



---

# Nevenvoordelen duurzame stalconcepten

Side benefits sustainable housing systems

Hilko Ellen, Joan Jansen, Arnoud Smit, Izak Vermeij

---

# Nevenvoordelen duurzame stalconcepten

Side benefits sustainable housing systems

Hilko Ellen<sup>1</sup>, Joan Jansen<sup>2</sup> (Flynth), Arnoud Smit<sup>3</sup> (Projecten LTO Noord), Izak Vermeij<sup>1</sup>

1 Wageningen UR Livestock Research

2 Flynth accountants en adviseurs

3 Projecten LTO Noord

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen UR Livestock Research, Projecten LTO Noord en Flynth accountants en adviseurs in opdracht van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland en gefinancierd vanuit het convenant 'Schone en Zuinige Agrosectoren'.

Wageningen UR Livestock Research

Wageningen, maart 2014

---

Livestock Research Report 736

---

Ellen, H., J. Jansen, A. Smit, I. Vermeij, 2014. *Nevenvoordelen duurzame stalconcepten; Side benefits sustainable housing systems*. Lelystad, Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research, Livestock Research Report 736. 47 blz.

Om veehouders te ondersteunen in de keuze voor een emissie arme staltechniek zijn van enkele stalsystemen de voor- en nadelen geïnventariseerd bij gebruikers. De technieken zijn Warmte en Koude Opslag bij varkens, TerraSea bij vleeskuikens, V-vormige mestband bij vleeskalveren en de Vrije Keuzestal bij melkvee. Op basis van de verkregen informatie is ook gekeken naar het effect van de systemen op de economische haalbaarheid.

To support farmers in their choice to invest in systems with low emissions an inventory was made of the benefits and disadvantages at users of some technics. These technics were Storage of Heat and Cold in the soil on pig farms, the TerraSea system on broiler farms, V-shaped manure belt on veal farms and the Free Choice system on cattle farms. Based on the information of the farms also economic calculations were made.

© 2014 Wageningen UR Livestock Research, Postbus 65, 8200 AB Lelystad, T 0320 23 82 38, E [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl), [www.wageningenUR/nl/livestockresearch](http://www.wageningenUR/nl/livestockresearch). Livestock Research is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op als onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponneerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

---

# Inhoud

	<b>Woord vooraf</b>	<b>5</b>
	<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
	<b>Summary</b>	<b>9</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Aanpak</b>	<b>12</b>
	2.1 Selectie van duurzame stalconcepten	12
	2.2 Beschrijving en meerkosten	12
	2.3 Ervaringen van gebruikers	13
	2.4 Kwantificering van voordelen	13
	2.5 Financiële doorrekening	13
	2.6 Onzekerheden: expert judgement	14
<b>3</b>	<b>Luchtconditionering met Warmte Koude Opslag (WKO) in varkensstallen</b>	<b>15</b>
	3.1 Beschrijving stalsysteem	15
	3.1.1 Werking van het systeem	15
	3.1.2 Verwijderingsrendement emissies	16
	3.1.3 Energieverbruik	16
	3.2 Gebruikerservaringen	16
	3.2.1 Productie	16
	3.2.2 Verandering in arbeid	17
	3.2.3 Verandering in emissies	17
	3.2.4 Voor- en nadelen van het systeem	17
	3.2.5 Financieel	17
	3.2.6 Overige factoren	18
	3.3 Bedrijfstechnisch en financieel resultaat	18
	3.3.1 Resultaat zeugenbedrijf	18
	3.3.2 Resultaat vleesvarkensbedrijf	19
	3.3.3 Conclusie	20
<b>4</b>	<b>TerraSea bij vleeskuikens</b>	<b>21</b>
	4.1 Beschrijving stalsysteem	21
	4.1.1 Werking van het systeem	21
	4.1.2 Verwijderingsrendement emissies	22
	4.1.3 Energieverbruik	22
	4.2 Gebruikerservaringen	22
	4.2.1 Productie	22
	4.2.2 Diergezondheid	23
	4.2.3 Verandering in arbeid	23
	4.2.4 Verandering in emissies	23
	4.2.5 Voor- en nadelen van het systeem	23
	4.2.6 Financieel	24
	4.3 Bedrijfstechnisch en financieel resultaat	24
	4.3.1 Technisch resultaat	24
	4.3.2 Financieel resultaat	25
	4.3.3 Conclusie	27
<b>5</b>	<b>V-vormige mestband bij vleeskalveren</b>	<b>28</b>

---

5.1	Beschrijving stalsysteem	28
5.1.1	Werking van het stalsysteem	28
5.1.2	Verwijderingsrendement emissies	28
5.1.3	Energieverbruik	29
5.2	Gebruikerservaringen	29
5.2.1	Productie	29
5.2.2	Verandering in arbeid	30
5.2.3	Voor- en nadelen van het systeem	30
5.2.4	Financieel	30
5.2.5	Verandering in overige factoren	31
5.3	Bedrijfstechnisch en financieel resultaat	31
5.3.1	Technisch resultaat	31
5.3.2	Financieel resultaat	31
5.3.3	Conclusie	32
<b>6</b>	<b>Vrije Keuzestal voor melkkoeien</b>	<b>33</b>
6.1	Beschrijving stalsysteem	33
6.1.1	Werking van het stalsysteem	33
6.1.2	Verwijderingsrendement emissies	34
6.1.3	Energieverbruik	34
6.2	Gebruikerservaringen	34
6.2.1	Productie	34
6.2.2	Diergezondheid	35
6.2.3	Verandering in arbeid	35
6.2.4	Verandering in emissies	35
6.2.5	Voor- en nadelen van het systeem	35
6.2.6	Financieel	36
6.2.7	Overige factoren	36
6.3	Bedrijfstechnisch en financieel resultaat	36
6.3.1	Technisch resultaat	37
6.3.2	Financieel resultaat	37
6.3.3	Conclusie	38
<b>7</b>	<b>Conclusies</b>	<b>39</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>41</b>
	<b>Bijlage 1 Vragenlijst, checklist bij vragenlijst en invultabellen</b>	<b>42</b>
	<b>Bijlage 2 Samenstelling projectteam, stuurgroep en deelnemers expertbijeenkomst</b>	<b>45</b>

---

# Woord vooraf

Op het moment van nieuw- of verbouw van een stal zijn in Nederland maatregelen verplicht om de emissie van ammoniak te reduceren. Hiervoor zijn diverse technieken ontwikkeld. Een aantal van deze technieken geeft niet alleen een verlaging van de emissie, maar hebben daarnaast ook een effect op andere aspecten van de bedrijfsvoering, zoals de gezondheid van de dieren, het energieverbruik en eventueel zelfs de technische resultaten. Deze neveneffecten zijn niet altijd even duidelijk. Daarom worden ze vaak niet meegewogen in de keuze welke techniek wordt geïnstalleerd.

In dit project zijn van een viertal emissie-reducerende technieken de ervaringen en neveneffecten in kaart gebracht door de gebruikers te interviewen. Deze praktijkervaringen kunnen, samen met de doorgerekende financiële effecten, andere veehouders helpen bij de keuze van een emissiearme techniek.

Alle informatie in dit rapport over de technieken en de effecten er van, was niet beschikbaar geweest zonder de medewerking van de 13 veehouders die hun tijd en ook gegevens hiervoor beschikbaar hebben gesteld. Voor het verwerken van al deze informatie zijn we dank verschuldigd aan Petra van den Hengel en Jeroen Olijslager. Zij hebben alle bedrijven bezocht en een eerste analyse gemaakt van de verstrekte antwoorden.

Dit onderzoek is uitgevoerd met financiering vanuit het convenant 'Schone en Zuinige Agrosectoren'. Vanuit de verschillende werkgroepen die uitvoering geven aan dit convenant is een stuurgroep samengesteld. Wij bedanken de leden van de stuurgroep voor hun bijdragen: het maken van een keuze ten aanzien van de onderzochte systemen en het opstellen van een heldere rapportage.

We hopen dat veel veehouders gebruik maken van dit rapport bij de keuze van een emissiearme techniek op hun bedrijf. Ook al valt de keuze niet op een van deze systemen, de informatie heeft dan wel geleid tot een weloverwogen beslissing.

Namens het gehele projectteam,  
Hilko Ellen



---

# Samenvatting

Omdat het inzicht in alle voor- en nadelen van innovaties op het gebied van milieu, welzijn en diergezondheid ontbreekt, is het voor ondernemers soms lastig een afgewogen keuze te maken bij de plannen voor nieuwbouw of renovatie van stallen. Daarom hebben Wageningen UR Livestock Research, Projecten LTO-Noord en Flynth accountants en adviseurs in opdracht van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RvO, voorheen Agentschap NL) en gefinancierd vanuit het convenant 'Schone en Zuinige Agrosectoren' een studie uitgevoerd naar de neveneffecten van milieubesparende maatregelen en stalsystemen. Het doel van deze opdracht was **Het inventariseren en integreren van technische en bedrijfseconomische resultaten van praktijkbedrijven met nieuwe duurzame stalconcepten.**

Op basis van een inventarisatie naar de beschikbaarheid van voldoende gegevens zijn interviews gehouden op praktijkbedrijven met:

- Luchtconditionering met Warmte en Koude Opslag (WKO) in varkensstallen
- TerraSea bij vleeskuikens
- V-vormige mestband bij vleeskalveren
- Vrije Keuzestal voor melkkoeien.

Tijdens de interviews zijn gegevens verzameld over de gebruikerservaringen, de voor- en nadelen, de investeringen en de effecten van de systemen op onder andere de diergezondheid, arbeid(omstandigheden), emissies, energieverbruik en technische resultaten. Daar waar de financiële en economische gegevens beschikbaar waren, zijn die meegenomen. Op basis van de verkregen informatie zijn veranderingen in technische resultaten doorgerekend naar veranderingen in economisch rendement. Op deze wijze is inzicht verkregen in de economische haalbaarheid van een investering in het betreffende milieusysteem. De uitkomsten van de interviews en de op basis daarvan berekende economische gevolgen zijn voorgelegd aan experts uit de betreffende sector. Samen met hen is ingeschat in hoeverre de veranderingen in technische resultaten een gevolg zijn van het betreffende systeem of van andere factoren (veranderingen op het bedrijf).

Uit de interviews en de economische berekeningen kan de conclusie worden getrokken dat de ondernemers een positieve invloed ervaren van de systemen als het gaat om diergezondheid, productie en bedrijfseconomische resultaten. Voor de meeste systemen is dit gebaseerd op de waarnemingen van de ondernemers. Voor het TerraSea systeem zijn gegevens verstrekt die dit aantonen. Het één op één relateren van de positieve effecten aan het stalsysteem is bij alle systemen niet goed mogelijk, maar dit geldt in sterke mate voor de Vrije Keuzestal (melkvee). De ervaren voordelen bij dit systeem kunnen ook deels worden verklaard door de verandering naar een modern type stalsysteem. Bij alle systemen geven de ondernemers een verbetering van de arbeidsomstandigheden aan, maar ook hiervoor geldt dat dit niet perse toe te schrijven is aan het specifieke systeem. Geen van de ondernemers durft een duidelijke link te leggen tussen het systeem en het antibioticagebruik. In alle gevallen wordt verwezen naar het management op het bedrijf of andere factoren. Ten aanzien van het TerraSea systeem en de Vrije Keuzestal dient nog te worden opgemerkt dat deze een meer integrale benadering hebben van alle duurzaamheidsaspecten.

De belangrijkste conclusies uit de interviews en berekeningen ten aanzien van de vier verschillende systemen zijn:

- Luchtconditionering in combinatie met Warmte Koude Opslag (WKO) in varkensstallen;  
Te concluderen valt dat dit systeem volgens de ondernemers leidt tot een verbetering van het stalklimaat, wat minder luchtwegproblemen geeft. Daarnaast kan met het juiste gebruik van dit systeem hittestress op warme dagen voorkomen worden. Een en ander leidt tot een verbetering van de (re)productie. Op basis van de aangeleverde gegevens is kwantificering niet mogelijk. Op basis van saldoberekeningen blijkt dat ten opzichte van een stal met een wasser gebaseerd op 100% ventilatiecapaciteit, er voor een zeugenbedrijf een voordeel valt te behalen van € 11,- per zeugenplaats. Bij vleesvarkens is er geen berekend economisch voordeel ten opzichte van een 100% luchtcapaciteit wasser. Maar de extra kosten zijn mogelijk terug te verdienen door betere technische



---

resultaten vanwege het stabielere stalklimaat. Daarnaast is er een indicatie dat dit systeem leidt tot minder hokbevuiling.

- TerraSea bij vleeskuikens;

De conclusie ten aanzien van dit systeem is dat volgens de ondernemers het leidt tot een verbetering van het stalklimaat, wat minder luchtwegproblemen geeft. Het drogere strooisel geeft minder voetzollaesies. Op basis van dit onderzoek lijkt ook de voederconversie beïnvloed te worden door het systeem. De verschillende ondernemers hebben uiteenlopende ervaringen als het gaat om uitval. Hierover valt te concluderen dat dit in hun ogen veel meer samenhangt met de kwaliteit van de geleverde kuikens dan met het stalsysteem. Wel wordt er bij dit systeem een aandachtspunt genoemd; de starttemperatuur bij opzet van de eendagskuikens. Pluimveehouders moeten leren omgaan met het systeem.

Economische berekeningen op basis van de aangeleverde resultaten laten zien dat ten opzichte van een stal met een luchtwasser er een voordeel te behalen valt. Dit is echter sterk afhankelijk van het bedrijfsmanagement. Ten opzichte van een emissiearm systeem met interne luchtcirculatie is het berekende voordeel van TerraSea € 37,50 per 100 kuikens per jaar.

- V-vormige mestband bij vleeskalveren;

Volgens de ondernemers leidt ook dit systeem tot een verbetering van het stalklimaat en daardoor minder luchtwegproblemen. Daarnaast lijkt de opstart in dit systeem makkelijker dan bij de gangbare stallen. De ondernemers geven aan dat dit te danken is aan de vloerverwarming en het ontbreken van een diepe mestkelder van waaruit koude (tocht) en mestdampen een negatieve invloed op de gezondheid van de jonge kalveren kunnen hebben. De verschillende ondernemers rapporteren een lagere uitval en geven aan een indicatie te hebben voor een verlaging in het antibioticagebruik.

De verwachting was dat het gebruik van een rooster met rubberen toplaag ook zou leiden tot minder bevuiling en bezoedeling. Dit is door de ondernemers echter niet geconstateerd.

Economische berekeningen zijn moeilijk te maken omdat het systeem voor een deel nog in ontwikkeling is. Inschatting van de levensduur van de techniek is nog niet exact te bepalen. Op basis van eerste indicaties van de investeringen, zijn de extra jaarkosten berekend op € 18,- per kalverplaats. Dit is lager dan voor de Groene Vlagvloer (verschil van €2,-) en lager dan de kosten voor een luchtwasser (verschil van € 15,50). Mogelijk dat een extra deel van de meerkosten nog terugverdiend kan worden door de betere technische resultaten.

- Vrije Keuzestal voor melkkoeien;

De vrijekeuze stal geeft koeien ruimhartig mogelijkheden tot het uitvoeren van natuurlijk gedrag in de stal. Veel ruimte en een beter ligcomfort zijn hierbij belangrijk en dierenwelzijn en diergezondheid zijn hierbij het uitgangspunt. De ondernemers geven aan dat de systeemkeuzes die dit met zich meebrengt, leidt tot productiestijging. Daarnaast zien zij een betere diergezondheid. Een mogelijk nadeel van dit systeem betreft de klauwgezondheid, die moet goed in de gaten gehouden worden doordat de dichte loopvloer wat meer bevuiling lijkt te geven. De ervaringen tot nu toe zijn echter positief.

Zoals eerder aangegeven is het juist voor dit systeem bijzonder moeilijk om onomstotelijk te concluderen dat deze verbeteringen niet zonder dit specifieke systeem gerealiseerd hadden kunnen worden. Bij de Vrije Keuzestal is de vergelijking gemaakt met de resultaten uit de oude huisvesting op het bedrijf. De extra investering voor dit stalsysteem is geschat op 20% ten opzichte van een ligboxenstal met een alternatief emissie reducerend systeem. De meerkosten lijken zich terug te verdienen.

---

# Summary

Due to lack of insight in benefits and disadvantages of innovations in sustainable husbandry, farmers find it often difficult to make a right choice when making plans for new buildings or renovation. Therefore Wageningen UR Livestock Research, Projecten LTO-Noord and Flynth accountants and advisers made a survey on the side benefits of technics and housing systems with a contribution to sustainable agriculture. The survey was ordered by Agentschap NL and financed by 'Schone en Zuinige Agrosectoren' (Clean and Efficient Agriculture). The aim of the study was **to make an inventory of the technical en economical results on farms with innovative sustainable housing systems**. The housing systems that were involved in the study are:

- Air conditioning with Storage of Heat and Cold in the soil on pig farms
- TerraSea system on broiler farms
- V-shaped manure belt on veal farms
- Free Choice system on dairy farms.

In order to get information interviews were conducted on farms with the systems mentioned above. With the interviews information was gathered about the experience of the farmer with the system, the benefits and disadvantages, the additional investments and the effects of the system on animal health, working conditions, emissions, energy use and technical results. Where available economical and financial results were collected and taken in account. The changes in technical results were used to make calculations on the economic viability of the systems. The outcome of the interviews and the calculations were discussed with a group of experts, to make sure that the changes in technical results can be the effect of the chosen system and not of other (more common) changes on the farms. The conclusion of the study is that all farmers experience positive effects of the system they use on animal health, production en economic results. For the TerraSea system this conclusion is based on figures, for the other systems more on the impression of the farmers. Especially for the Free Choice system for dairy the experienced benefits could partly be achieved by the change towards a more modern stable. All the systems have a positive effect on working conditions. None of the farmers are sure enough that there is a direct link between their system and the reduction in the use of antibiotics. This seems more related to management or other factors on the farm. It must be mentioned that the TerraSea system and the Free Choice system are more integrated sustainable systems than the other two.

The most important conclusions on either of the four systems are:

- Air conditioning with Storage of Heat and Cold in the soil on pig farms;  
The most important conclusion on this system is that it will result in a better climate and therefore less problems with respiratory related diseases. Heat stress can be avoided effectively on days with high outside temperatures. Both benefits will lead to improved production figures, but at yet, there were no hard data available to establish this.  
Compared with a farm equipped with an air scrubber with 100% ventilation capacity, the economic benefit is € 11,- per sow per year. For fattening pigs there is no economic benefit, but the results of the study indicate that the extra costs can be fully compensated by improved technical results. Also there is an indication that the improved climate leads to cleaner pigs and less fowling of the pens.
- TerraSea system on broiler farms;  
Due to a better climate this system also has the benefit of less respiratory related diseases and dryer litter. Because of a higher dry matter content of the litter, less footpad dermatitis occurs. The farmers indicate that there is also an effect on the feed conversion rate. A direct effect of the system on mortality was not experienced. This seems more related to the quality of the day old chicks. A point of attention is the temperature of the house at the start of the growing period. Working with the system is a learning process.  
Compared with a house with an air scrubber the economic calculations give a benefit for this system, but it depends on the farm management. If compared with a system with a lower ammonia emission the benefit of TerraSea is about € 37,50 per 100 chicks per year.

- 
- V-shaped manure belt on veal farms;

Because of the total and frequent removal of the manure there is a better climate in the veal house. And therefore less problems with respiratory related diseases. The start at the beginning of the growing period is better. This is not only due to the manure removal system, but also the result of using floor heating in this period. A lower mortality is mentioned by the farmers and also using less antibiotics.

There was an expectation of achieving cleaner animals because of the use of a rubber top on the slatted floor. However this was not observed by the farmers.

Because of the early stage of development of this system, proper economic calculations could not be made. An indication of the extra yearly costs is € 18,- per animal place. This is lower than the extra year costs (difference of € 2,-) of an slatted floor with a low ammonia emission (so called 'Groene Vlag' floor). And also lower than the extra costs for using an air scrubber (€ 15,50 difference). The extra costs of the V-shaped manure belt can be compensated by better technical results.

- Free Choice system on dairy farms;

This system gives the cows optimal possibilities for performing natural behaviour. Enough space and a better comfort for laying are important and animal welfare and animal health are basic elements. The farmers indicate that these choices lead to an increase of the milk yield of their cows. They also indicate a better animal health. A point of attention is probably the health of the claws. The solid concrete floor seems to give more dirty claws. The experience up to now are positive.

For this system it is very difficult to be sure that the higher production is the result of the system. The farmers compare the new house with the old one. The better results could also be caused by factors that are not specific for this system.

The extra investment in this system is calculated on 20% compared to another housing system with low ammonia emission. The extra yearly costs seem to be compensated by the improved performance.

---

# 1 Inleiding

## *Aanleiding*

De veehouderij in Nederland staat voor de uitdaging om de emissie van ammoniak te reduceren, maar daarnaast ook te voldoen aan andere duurzaamheidsaspecten zoals het verminderen van het energieverbruik en het reduceren van de emissies van broeikasgassen. Ook zijn er de wensen en eisen ten aanzien van het welzijn van dieren. Om aan al deze eisen en wensen te voldoen zijn en worden stalconcepten en technieken ontwikkeld. De toepassing van deze concepten en technieken blijft vaak beperkt tot de goedkope(re) maatregelen die simpel en snel in te voeren zijn. Reden hiervoor is dat ondernemers niet altijd het inzicht hebben in de nevenvoordelen van de innovaties. Of er zijn andere belemmeringen zoals het investeringsniveau, technische mogelijkheden of voorkeuren van adviseurs en kredietverstrekkers. Toepassing van meer complexe, op integrale aanpak van de problematiek gerichte oplossingen, komt in de praktijk nauwelijks voor, terwijl deze vaak wel heel perspectiefvol zijn. En dat is jammer, omdat gebruikers van deze systemen naast de verlaging van de emissie(s) ook verbeteringen ten aanzien van diergezondheid en technische resultaten en een lager energieverbruik ervaren. Deze neveneffecten leiden mogelijk (?) tot een verbetering van het economisch resultaat. In de praktijk wordt er echter niet of nauwelijks gemonitord op deze nevenvoordelen van de duurzame stalconcepten.

In dit project zijn de nevenvoordelen van een viertal perspectiefvolle duurzame stalconcepten in kaart gebracht. Dit op basis van de ervaringen van gebruikers. Met deze inventarisatie hopen we hierin meer duidelijkheid te verschaffen zodat er meer ondernemers de systemen gaan toepassen, waarmee een belangrijke stap wordt gezet naar een Schone en Zuinige Veehouderij.

## *Doel*

Het doel dat we nastreefden was: **Het inventariseren en integreren van technische en bedrijfseconomische resultaten van praktijkbedrijven met nieuwe duurzame stalconcepten.**

De technische resultaten richten zich daarbij op dierproductie en diergezondheid in de duurzame stallen. De economische resultaten zijn gebaseerd op de bedrijfseconomische resultaten met die stallen op praktijkbedrijven.

De resultaten kunnen de boeren helpen in hun besluitvorming voor het nemen van milieubesparende maatregelen en stimuleren om niet alleen naar de kwantificeerbare voordelen te kijken.

## *Leeswijzer*

Om inzicht te geven in de werkwijze van het project wordt dit toegelicht in hoofdstuk 2. Daarin komt de keuze van de te inventariseren systemen aan de orde, samen met het selecteren van deelnemende bedrijven. Ook wordt kort toegelicht hoe uiteindelijk technisch-economische berekeningen zijn opgezet. In de hoofdstukken 3 tot en met 6 komen de vier verschillende systemen aan de orde. Er wordt een korte beschrijving gegeven en aansluitende de ervaringen van de ondernemers die het systeem toepassen op hun bedrijf. Per systeem zijn daarna de effecten weergegeven op de technische resultaten waarop de economische berekeningen zijn gebaseerd.

## 2 Aanpak

### 2.1 Selectie van duurzame stalconcepten

Er is gestart met een inventarisatie van veelbelovende stalconcepten die passen binnen de focus van het project. Naast de "state of the art", is ook het aantal bedrijven dat hiermee in de praktijk is uitgerust en het aantal jaren ervaring geïnventariseerd. In onderstaande tabel zijn de resultaten van deze inventarisatie weergegeven. De vetgedrukte systemen zijn in overleg met de stuurgroep (voor samenstelling zie bijlage 2) uiteindelijk gekozen om in het project verder uit te werken.

Tabel 1 Overzicht resultaten inventarisatie duurzame stalconcepten

Diercategorie	Stalsysteem	Aantal bedrijven
Melkveehouderij	Vloeren met scheiding van vaste mest en urine:	
	- oude vloertypen	>100
	- <b>nieuwe vloertypen</b>	10-20
Varkenshouderij	V-vormige mestband (vleesvarkens)	0
	Koeldeksysteem (alle categorieën)	50-100
	<b>Conditioneren van ingaande lucht met WKO</b>	5-10
	Rondloopstal voor zeugen	20-50
Leghennen	Droogtunnel zonder voordrogen	50
	<b>Rondeel®</b>	3
Vleeskuikens	Interne circulatie met warmtewisselaar	>100
	Interne circulatie met verwarmingssysteem met afvoer rookgassen of warmwater	>100
	<b>TerraSea®-concept</b>	5-10
	Kombidek	5-10
Vleeskalveren	<b>Koeling mest</b>	0-5
	<b>V-vormige mestband</b>	0-5

Van de uit te werken stalconcepten zijn leveranciers benaderd om na te gaan of de ingeschatte aantallen bedrijven correct waren en of er ook daadwerkelijk in de praktijk mee wordt gewerkt. Op basis hiervan is het systeem van koeling van de mest bij vleeskalveren afgefallen. Hiervan zijn slechts twee bedrijven in de praktijk aanwezig, die ook nog verschillende uitvoeringen van het systeem hebben. Ook is contact gezocht met de organisatie van het Rondeel®. Hier speelde de discussie dat dit systeem is opgezet vanuit een marktconcept, met daarbij specifieke financiële afspraken. Uiteindelijk heeft de Rondeel-organisatie afgezien van medewerking aan het project. In de melkveesector is uiteindelijk gekozen voor de Vrije Keuzestal.

### 2.2 Beschrijving en meerkosten

Van de geselecteerde systemen is een beschrijving gemaakt. In de beschrijvingen is informatie opgenomen ten aanzien van de uitvoering en werking, welke milieuwinst het systeem geeft (reductie emissies) en de invloed op het energieverbruik. De beschrijving is gebaseerd op informatie van leveranciers.

Aansluitend is ook een eerste inschatting gemaakt van de meerkosten van de systemen. Ook op basis van informatie van leveranciers, maar ook door gebruik te maken van diverse studies die aanwezig waren met betrekking tot de duurzame stalsystemen. Deze inschatting van de meerkosten is later verwerkt in de financiële berekeningen van de systemen waarin ook de verandering van de technische resultaten zijn meegenomen.

---

## 2.3 Ervaringen van gebruikers

In deze stap inventariseerden we de ervaringen van de ondernemers die de stalconcepten in gebruik hebben: welke voor- en nadelen zien zij? In hoeverre is dit anders dan vooraf verwacht? In hoeverre zijn zij anders gaan werken sinds de nieuwe stal in gebruik is? Heeft dit gevolgen voor de werkwijze in andere stallen etc.

Per systeem zijn meerdere ondernemers benaderd. Uiteindelijk hebben 13 ondernemers meegewerkt in het onderzoek. Met deze ondernemers is een interview gehouden, bij de ondernemers op het bedrijf, waarbij in de meeste gevallen ook een rondje door de stal is gemaakt. Tijdens het interview is gewerkt met een vragenlijst. Naast algemene vragen over het bedrijf is aan de hand van een scoringslijst gevraagd naar de ervaringen van de ondernemers op specifieke onderdelen. Per onderwerp is door de ondernemer aangegeven of er een positieve of negatieve verandering is opgetreden door het stalsysteem. De vragenlijsten (zie bijlage 1) zijn voor alle systemen vergelijkbaar van opzet en waar nodig toegespitst op de onderzochte systemen en sectoren. De interviews zijn letterlijk uitgewerkt en het verslag naar de respondent verstuurd ter correctie (geen van de respondenten heeft wijzigingen doorgegeven op de verslagen). De ervaringen van de ondernemers zijn geanalyseerd en verwerkt in dit rapport. Hierbij is zoveel mogelijk ingegaan op door meerdere ondernemers genoemde aspecten.

## 2.4 Kwantificering van voordelen

De technische resultaten richten zich op dierproductie en diergezondheid in de stalconcepten. Hierbij is onder andere gekeken naar groei per dag, worpindex, melkproductie, voederconversie etc. Bij diergezondheid is onder andere gekeken naar het medicijngebruik, incidentie van ziektes, veel voorkomende gezondheidsproblemen (ontstekingen etc.) en uitval. Onder economische resultaten wordt verstaan: de bedrijfseconomische resultaten met die stallen op praktijkbedrijven. Hierbij is gekeken naar de standaard bedrijfseconomische gegevens van de bedrijven indien deze beschikbaar waren.

De verworven bedrijfsgegevens zijn verzameld en geanalyseerd door de specialisten/bedrijfsadviseurs van Flynth. Niet van alle bedrijven waren de bedrijfseconomische cijfers beschikbaar. Om toch een financiële indicatie te kunnen geven voor die onderdelen waarvan geen praktijk informatie beschikbaar was, is gebruik gemaakt van de KWIN-2013-2014, eerdere deskstudies van de WUR en of referentiecijfers uit de database van Flynth. Flynth beschikt over een groot aantal klanten in de veehouderijsectoren. Waar mogelijk is ook gebruik gemaakt van technisch economische gegevens van andere, gangbare, stallen op hetzelfde bedrijf en/of gegevens uit voorliggende jaren voordat het nieuwe stalconcept op het bedrijf werd toegepast.

## 2.5 Financiële doorrekening

Voor de vier stalconcepten is een financiële doorrekening gemaakt. Bij het TerraSea systeem was voldoende vergelijkingsmateriaal aanwezig voor deze doorrekening. Op basis van technische en financiële gegevens van drie bedrijven die zowel het reguliere systeem als het TerraSea systeem hebben, is een economische analyse gemaakt. Voor de melkveebedrijven ligt er wel vergelijkingsmateriaal, maar kan onvoldoende vastgesteld worden of de veranderingen in de technische en financiële resultaten aan de Vrije Keuzestal zijn toe te schrijven. Voor de melkveebedrijven is daarom een inschatting gemaakt van de effecten die aan het nieuwe stalconcept zijn toe te schrijven. Deze effecten zijn vertaald naar een economische analyse. Voor de varkens- en vleeskalverbedrijven zijn alleen investeringskosten en een indicatie van het effect op technische resultaten bekend. Daarom zijn hiervoor alleen de extra investeringskosten van de systemen weergegeven, aangevuld met informatie over de waarde van eventuele verbeteringen van technische resultaten.

---

## 2.6 Onzekerheden: expert judgement

Omdat er niet eerder een onderzoek is opgezet naar de neveneffecten van deze stalconcepten is het niet mogelijk om aan de hand van praktijkindrukken harde conclusies te trekken over de ervaren neveneffecten. Om de betrouwbaarheid van de uitkomsten van deze studie beter te onderbouwen was het wenselijk een schatting te geven van de onzekerheden hierbij. De resultaten van de interviews en economische berekeningen zijn voorgelegd aan een expertgroep die een inschatting heeft gemaakt van de zekerheidsmarges rond de berekeningen. Factoren die van invloed zijn op de resultaten zijn daarbij benoemd, samen met de richting (positief of negatief) van de invloed.

Per stalsysteem is een deskundige (zie bijlage 2) uitgenodigd voor een bijeenkomst waarin bovenstaande is uitgewerkt. Ook was van elk systeem een veehouder uitgenodigd. De resultaten van de bijeenkomst waren aanleiding om de berekeningen op onderdelen aan te passen.

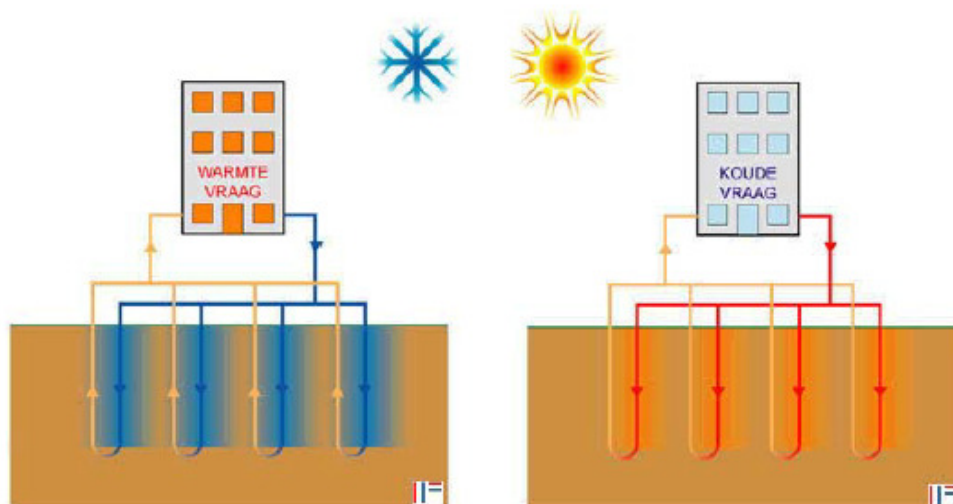
# 3 Luchtconditionering met Warmte Koude Opslag (WKO) in varkensstallen

## 3.1 Beschrijving stalsysteem

### 3.1.1 Werking van het systeem

Met behulp van warmtewisselaars in de bodem en in de stal kan er warmte aan de bodem onttrokken worden in periodes waarin verwarming in de stal nodig is. Als koeling gewenst is, kan er warmte aan de bodem toegevoegd worden. De warmte wordt of afgegeven aan de lucht die de stal binnenkomt, of als warmtewisselaar. De temperatuur van grondwater is redelijk constant en schommelt meestal in de buurt van de 12°C. In de stal aanwezige lucht/water warmtewisselaars zorgen voor opwarming van de binnenkomende stallucht en koelen daardoor het water in de slangen. Warmtewisselaars waar grondwater doorheen stroomt, zijn in staat om binnenkomende stallucht op te warmen van -10°C tot +8°C. In de winterperiode koelt het grondwater in de omgeving van de bodemwarmtewisselaar een paar graden af. In de zomer wordt juist binnenkomende verse lucht in de stal via de warmtewisselaar afgekoeld. Buitenlucht van 28°C is met grondwater te koelen tot zo'n 18°C. Het grondwater wordt weer een paar graden opgewarmd. In de zomer onttrekken warmtewisselaars bij de luchtinlaten, bij hogere luchtvochtigheid, ook vocht aan de binnenkomende stallucht (via condensatie). Ook dit draagt bij aan een aangener stalkerimaat. In figuur 1 is schematisch het principe van de uitwisseling van warmte in beide situaties aangegeven. Figuur 2 laat een stal in aanbouw zien, met daarbij de wisselaar voor de binnenkomende lucht.

Een bijkomend voordeel van koeling van binnenkomende lucht is dat de maximale ventilatiecapaciteit minder groot hoeft te zijn. Het voordeel hiervan is des te groter wanneer de stal wordt uitgerust met een luchtwasser. Ook de capaciteit van de luchtwasser hoeft dan minder groot te zijn.



**Figuur 1** Schematische weergave warmte- en koudeopslag in de bodem.





**Figuur 2** Varkensstal in aanbouw met warmtewisselaar voor opwarmen/afkoelen binnenkomende lucht.

### 3.1.2 Verwijderingsrendement emissies

Het toepassen van een warmtewisselaar heeft geen direct effect op het ontstaan van ammoniak in de stal. Een aannemelijk indirect effect is dat er in warme perioden minder hokbevuiling zal optreden. Hokbevuiling heeft een emissie verhogend effect. Daarnaast is er mogelijk een ventilatie effect op de emissie uit de stal, omdat het gemiddelde ventilatiedebiet over het jaar mogelijk lager wordt. Uitgaande van dezelfde concentratie, neemt de emissie af met de verlaging van het debiet. Door de aanvullende toepassing van een chemische, biologische of combi- luchtwasser wordt de ammoniakemissie met 70 tot 95 % verlaagd. De geurreductie bedraagt ongeveer 30% tot 85%. Of een luchtwasser een effect heeft op de emissie van methaan en lachgas is niet duidelijk. Vooralnog wordt uitgegaan van niet. De reductie van de emissie van fijn stof (PM10) bedraagt respectievelijk 35% en 75%. Die 75% geldt voor een biologische luchtwasser met een lange verblijfstijd.

### 3.1.3 Energieverbruik

Inschatting is dat ondanks de hogere weerstand van de warmtewisselaar, bij het conditioneren van lucht minder energie nodig is voor ventilatie. Anderzijds gebruiken de pompen wel energie. Het energieverbruik is verder te verlagen door de warmte die aan het water in een luchtwasser wordt afgegeven terug te winnen. Door de toepassing van bodemenergie, de inzet van een warmtewisselaar voor het koelen en/of verwarmen van de inkomende stallucht en warmteterugwinning via de luchtwasser, kan mogelijk meer dan 50% van de verwarmingskosten worden bespaard ten opzichte van stallen zonder luchtconditionering.

## 3.2 Gebruikerservaringen

De ondernemers geven als reden voor de keuze van het systeem aan dat het de combinatie betrof van het kunnen creëren van een constant stalklimaat waarbij het toepassen van verwarming en koeling op een energiezuinig manier kan, en waarmee er een kleinere luchtwasser nodig is.

### 3.2.1 Productie

De ondernemers geven aan dat zij een hogere groei bij de vleesvarkens ervaren met dit systeem. Doordat een constant klimaat met als gevolg constante leefomstandigheden kan worden gerealiseerd

---

constateren zij minder longaandoeningen. Daarnaast constateren zij minder hittestress tijdens warme dagen. De zeugenhouders geven aan dat de zeugen hierdoor in een betere conditie blijven, met als gevolg minder terugkomers. De vleesvarkenshouders zien een verbeterde voederconversie door de stabielere stalklimaat.

Voor wat de diergezondheid betreft constateren de ondernemers dat het constante klimaat zorgt voor minder luchtwegproblemen. Doordat er in de winter ruimer geventileerd kan worden blijft een goede luchtkwaliteit gewaarborgd zonder dat het gaat tochten en worden longaandoeningen voorkomen. De ondernemers geven aan dat zij het idee hebben dat door het gebruik van de koeling de groei per dag is toegenomen. De meeste ondernemers werkten voor dit systeem ook al met koeling op alternatieve manieren dan in een gangbaar systeem. Hierdoor is het moeilijk om een duidelijke indicatie van het effect weer te geven.

Eén ondernemer geeft aan dat zijn worpindex is verbeterd. Deze ondernemer heeft echter tegelijk met het ingebruikname van het systeem ook structureel zijn management aangepast. De verbeterde worpindex die deze ondernemer vanaf die tijd tot nu heeft gerealiseerd, is daarom niet volledig aan de koeling toe te rekenen.

Een ondernemer geeft aan dat de voerkwaliteit van het brijvoer beter blijft door de koelere omstandigheden in vergelijking met bedrijven zonder koeling. Deze ondernemer is de enige respondent die dit aangeeft. Hij is echter ook de enige ondernemer die voor het eerst werkt met koeling.

### 3.2.2 Verandering in arbeid

Doordat het systeem zorgt voor een constanter klimaat ervaren de ondernemers dat zij minder tijd kwijt zijn met klimaatbeheersing en dierbehandeling als gevolg van een betere gezondheid. Daarnaast vinden er minder schommelingen in de opleg- en afleverstrategie plaats. Een bijkomend voordeel wat zij ervaren is dat de arbeidsomstandigheden verbeteren door het verbeterde klimaat.

Het systeem heeft niet tot meer onderhoud geleid, dit wordt ook niet verwacht door de ondernemers.

### 3.2.3 Verandering in emissies

De emissiereductie in dit systeem wordt wettelijk gezien enkel behaald door het gebruik van luchtwassers. Door een lager gemiddeld ventilatieniveau is echter ook een lagere emissie mogelijk. In de zogenaamde 'Stopperslijst' (Infomil, 2013) is een maatregel opgenomen voor enkele diercategorieën waarbij het koelen van de inkomende lucht en een beperking van de ventilatie een reductie geeft van 10%.

### 3.2.4 Voor- en nadelen van het systeem

De ondernemers zien een klein marktvoordeel ten opzichte van bedrijven zonder koeling in periodes van hittestress. Door het systeem kan hittestress beter voorkomen worden, waardoor de groei van de dieren op peil blijft. Hierdoor kan men biggen blijven leveren waar andere bedrijven dat niet of minder goed kunnen. Hetzelfde is in de expertsessie aangegeven voor vleesvarkens. Voor de zeugen zien de ondernemers een vergelijkbaar effect: door het koelsysteem blijven de zeugen tijdens warme dagen beter in conditie, waardoor er minder terugkomers zijn.

Een voordeel dat naar voren wordt gebracht is dat door het koelen en daarna weer licht opwarmen de lucht met een lagere luchtvochtigheid de stal binnenkomt. Hierdoor kunnen de varkens beter hun warmte kwijt. Daarnaast constateren de ondernemers dat wanneer de stal ook goed geïsoleerd is, de gekoelde lucht zorgt dat de stal als geheel minder snel opwarmt.

### 3.2.5 Financieel

De ondernemers geven aan dat de extra investeringskosten van dit systeem ongeveer € 45,- tot € 60,- per dierplaats zijn, en rapporteren een terugverdientijd van drie tot vijf jaar. Dit wordt voor een belangrijk deel verklaard omdat er geen of een kleinere verwarmingsinstallatie aangeschaft hoeft te worden en de luchtwasser met een derde minder capaciteit toe kan in vergelijking tot een traditioneel systeem. De gebruikte technieken in dit systeem komen in aanmerking voor fiscale regelingen van MIA, EIA en de VAMIL.

---

### 3.2.6 Overige factoren

#### *Overheidsmaatregelen*

De ondernemers gaven aan dat overheidsmaatregelen geen rol speelde in de keuze voor dit systeem. Voor de ondernemers waren de voordelen van dit systeem, het creëren van een constant klimaat op een energiezuinige manier, doorslaggevend. Om aan de overheids-eisen te voldoen hadden de ondernemers ook een grotere luchtwasser kunnen installeren.

#### *Hokbevuiling*

Een ondernemer geeft aan dat hij minder last heeft van hokbevuiling (met warm weer gaan de varkens op de roosters liggen voor verkoeling). Dit is de enige ondernemer die dit vermeldt. Een verklaring hiervoor zou weer kunnen zijn dat de andere ondernemers het verschil niet merken, omdat deze ondernemers in hun oude situatie ook al met koeling werkten.

#### *Verbeterpunten*

Twee ondernemers geven aan geen verbeterpunten voor dit systeem te hebben. Er is wel een ondernemer die op technische details verbeterpunten heeft. Meer manieren om warmte terug te winnen vanuit de luchtwasser.

#### *Volgend stalsysteem*

De ondernemers geven aan dat hun volgende stalsysteem weer een met koeling wordt. Maar het hoeft niet weer een WKO systeem te zijn. Een ondernemer geeft ook aan dat er alternatieven zijn zoals koeling met drainagebuizen onder door de stal. Een andere ondernemer wil graag een alternatief voor de luchtwasser, want die verbruikt veel stroom en werkt met gevaarlijke stoffen.

## 3.3 Bedrijfstechnisch en financieel resultaat

Omdat deze niet op afdelings- of koppelniveau worden bijgehouden, zijn de bedrijfstechnische en -economische resultaten niet aangeleverd door de ondernemers. Daarom is het niet mogelijk om op basis van bedrijfsinformatie de voordelen uit het kwalitatieve onderzoek te kwantificeren. Op basis van de resultaten van het kwalitatieve onderzoek kan men er van uitgaan dat het systeem een positief effect heeft op de dierproductie. Door middel van deskresearch kan er wel een indicatie van de meerkosten en de besparingen op het energieverbruik van het systeem ten opzichte van een traditioneel systeem met een luchtwasser worden gegeven.

In deze paragraaf wordt het verschil in kosten tot uitdrukking gebracht tussen een WKO-installatie in combinatie met een luchtwasser en een separate luchtwasser op een varkensbedrijf. De berekening is zowel gedaan voor een zeugenbedrijf als voor een vleesvarkensbedrijf.

### 3.3.1 Resultaat zeugenbedrijf

Warmtewisselaars met warmte en koude opslag in combinatie met een luchtwasser (chemisch of biologisch) op een zeugenbedrijf vergen een investering van circa € 260,- per zeugenplaats. Dit is ca. 5% extra ten opzichte van een zeugenstal met alleen een luchtwasser. Daarbij is rekening gehouden met een 40% lagere capaciteit van de luchtwasser<sup>1</sup> en het achterwege laten van een verwarmingssysteem in de kraamstal.

De vaste jaarkosten hieraan bedragen € 34,-. De besparing op verwarming bedraagt 30 kuub gas (€ 18,-). De besparing van elektriciteit voor ventilatoren en elektra voor rondpompen van water vallen tegen elkaar weg. Er is een kleinere capaciteit luchtwasser nodig, daardoor kunnen de variabele jaarkosten van luchtwassers ca. 25% lager zijn. Dit komt overeen met € 7,- per zeug. De uitkomsten

---

<sup>1</sup> Er is onzekerheid met betrekking tot het verwijderingsrendement ten aanzien van geur en fijnstof (PM10) als een lagere ventilatiecapaciteit wordt geïnstalleerd in combinatie met een kleinere luchtwasser. Daarom is het op het moment van schrijven van dit rapport niet toegestaan om voor het bepalen van de capaciteit van de luchtwasser, uit te gaan van een lagere ventilatiecapaciteit dan volgens de advieswaarden van het Klimaatplatform Varkenshouderij.

laten zien dat de investering in een WKO systeem een positief rendement van € 11,- per zeugenplaats per jaar oplevert ten opzichte van een traditioneel systeem met een luchtwasser op basis van 100% ventilatiecapaciteit.

Daarbij is het mogelijk met de WKO-installatie meeropbrengsten te realiseren door het betere stalklimaat. Iedere big die hiermee extra kan worden afgeleverd, levert een (langjarig) saldo op van € 30,- per gemiddeld aanwezige zeug. Het is echter vrij zeker dat het gunstige effect (koelere stallen in de zomer) voor een belangrijk deel teniet zal worden gedaan wanneer de maximum ventilatie zo ver teruggebracht wordt dat de warmteproductie van de dieren onvoldoende kan worden afgevoerd en de staltemperatuur op gaat lopen. Er moet dus voldoende koelcapaciteit worden geïnstalleerd.

De mogelijk fiscale voordelen door de regelingen MIA, EIA en VAMIL zijn niet meegerekend, omdat die afhankelijk zijn van de winst die een bedrijf weet te realiseren.

Tabel 2 Kostenvergelijking WKO en luchtwasser op zeugenbedrijf

	WKO i.c.m. luchtwasser (60% capaciteit)	Luchtwasser (100% capaciteit)
<b>Investing</b>	<b>per zeugenplaats</b>	
Warmte-koude opslag	€ 175,00	
Luchtwasser	€ 127,00	€ 160,00
Besparing verwarmingssysteem kraamstal	€ -25,00	
<b>Totaal</b>	<b>€ 277,00</b>	<b>€ 160,00</b>
<b>Jaarlijkse kosten</b>		
rente (over 50% van investering)		4,5%
onderhoud		2%
afschrijving		8%
<b>Resultaat</b>	<b>per zeugenplaats/jaar</b>	
Rente, afschrijving, onderhoud	€ 34,00	€ 20,00
Variabele kosten luchtwasser (elektra, zuur, (spui)water)	€ 17,50	€ 24,50
Besparing gas/elektra	€ -18,00	
<b>Totaal kosten</b>	<b>€ 33,50</b>	<b>€ 44,50</b>
<b>Voordeel WKO t.o.v. luchtwasser*</b>	<b>€ 11,00</b>	

\* Mogelijke verbetering technische resultaten is niet meegerekend

### 3.3.2 Resultaat vleesvarkensbedrijf

De investering van het conditioneren van ingaande lucht in combinatie met een chemische luchtwasser bedraagt op een vleesvarkensbedrijf circa € 70,- per vleesvarkensplaats (en bij een biologische combiwasser € 75,-). Dit is ca. 7% extra ten opzichte van een vleesvarkensstal met alleen een luchtwasser. Daarbij is rekening gehouden met een 40% lagere capaciteit van de luchtwasser en een besparing op het verwarmingssysteem (alleen vloerverwarming, geen ruimteverwarming meer). De vaste jaarkosten van deze investering bedragen € 8,60 per vleesvarkensplaats (€ 9,20 bij een biologische combiwasser). Als op verwarming 100% bespaard kan worden, dalen de verwarmingskosten met € 2,- per dierplaats. De variabele jaarkosten van de luchtwasser zijn ruim 30% lager, wat een besparing oplevert van € 2,30 per jaar per vleesvarkensplaats (€ 1,60 bij een biologische combiwasser). De uitkomsten laten zien dat de investering in een WKO systeem € 0,10 per vleesvarkensplaats per jaar kost ten opzichte van een traditioneel systeem met een chemische luchtwasser op basis van 100% ventilatiecapaciteit. Voor een biologische combiwasser bedragen deze kosten € 0,50 per dierplaats per jaar.

Bij deze berekening zijn de eventuele meeropbrengsten door het betere stalklimaat niet mee berekend. Het is mogelijk dat met dit systeem de groei, uitval en voederconversie verbeterd. Uit onderzoek blijkt dat een toename van 30 gram groei per dag mogelijk is door vloerkoeling tijdens een zomerronde van vleesvarkens (Mondeling mededeling Aarnink, 2013). Uit cijfers van Agrovisieon blijkt

dat biggen in de zomer 15 gram per dag minder groeien dan in de winter. Voor vleesvarkens is dat circa 20 gram.

De waarde van genoemde kengetallen<sup>2</sup> is als volgt:

- 1 gram groei = € 0,103 per gemiddeld aanwezig vleesvarken per jaar
- 1% uitval = € 2,76 per gemiddeld aanwezig vleesvarken per jaar
- 0,01 EW = € 0,27 per afgeleverd vleesvarken per jaar

Stel dat de groei met 10 gram toeneemt, de uitval met 0,5% afneemt en de hoeveelheid opgenomen energie per kg groei via het voer (EW) met 0,05 afneemt. Dan levert dat € 3,76 per afgeleverd vleesvarken per jaar op.

De mogelijk fiscale voordelen door de regelingen MIA, EIA en VAMIL zijn niet meegerekend, omdat die afhankelijk zijn van de winst die een bedrijf weet te realiseren.

Tabel 3 Kostenvergelijking WKO en luchtwasser op vleesvarkensbedrijf

	WKO i.c.m. chemische luchtw. (60% capaciteit)		Luchtwasser chemisch (100% capaciteit)		WKO i.c.m. biologische luchtw. (60% capaciteit)		Luchtwasser biologisch combi (100% capaciteit)	
<b>Investing</b>	<b>per dierplaats</b>				<b>per dierplaats</b>			
Warmte-koude opslag	€	60,00			€	60,00		
Luchtwasser	€	25,00	€	34,00	€	30,00	€	42,00
Besparing verwarmingssysteem	€	-15,00			€	-15,00		
<b>Totaal</b>	<b>€</b>	<b>70,00</b>	<b>€</b>	<b>34,00</b>	<b>€</b>	<b>75,00</b>	<b>€</b>	<b>42,00</b>
<b>Jaarlijkse kosten</b>								
rente (over 50% van investering)			4,5%			4,5%		
onderhoud			2%			2%		
afschrijving			8%			8%		
<b>Resultaat</b>	<b>per vleesvarkensplaats/jaar</b>				<b>per vleesvarkensplaats/jaar</b>			
Rente, afschrijving, onderhoud	€	8,60	€	4,20	€	9,20	€	5,10
Variabele kosten luchtwasser (elektra, zuur, (spui)water)	€	4,70	€	7,00	€	4,40	€	6,00
Besparing gas/elektra	€	-2,00			€	-2,00	€	8,60
<b>Totaal kosten</b>	<b>€</b>	<b>11,30</b>	<b>€</b>	<b>11,20</b>	<b>€</b>	<b>11,60</b>	<b>€</b>	<b>11,10</b>
<b>Voordeel WKO t.o.v. luchtwasser*</b>	<b>€</b>	<b>- 0,10</b>			<b>€</b>	<b>- 0,50</b>		

\* Mogelijke verbetering technische resultaten is niet meegerekend

### 3.3.3 Conclusie

Het WKO systeem in combinatie met een kleinere luchtwasser vraagt een extra investering (5% bij zeugen en 7% bij vleesvarkens t.o.v. alleen een luchtwasser). De jaarlijkse kosten bedragen € 33,50 per zeugenplaats, terwijl die van een luchtwasser € 44,50 bedragen, een voordeel dus van € 11,- per zeugenplaats.

Bij vleesvarkens ontlopen de jaarlijkse kosten voor het WKO systeem in combinatie met een kleinere luchtwasser en een 100% capaciteit luchtwasser elkaar niet veel. Wel biedt de WKO installatie vanwege het betere stalklimaat de mogelijkheid om met betere technische resultaten extra saldo te realiseren.

<sup>2</sup> Waarderingskengetallen Varkenshouderij (2013, Wageningen UR Livestock Research)

## 4 TerraSea bij vleeskuikens

### 4.1 Beschrijving stalsysteem

#### 4.1.1 Werking van het systeem

De emissies van gassen en fijnstof zijn afhankelijk van de concentratie van deze componenten in de stallucht en de hoeveelheid geventileerde lucht uit een stal. Door de ventilatiehoeveelheid te verlagen zal de concentratie mogelijk toenemen, maar zal de emissie uiteindelijk lager zijn dan bij normale ventilatiecapaciteit. Voornamelijk tijdens perioden met hoge buitentemperaturen wordt veel geventileerd. De geïnstalleerde hoeveelheid ventilatiecapaciteit is hierop afgestemd. Door de ingaande lucht te koelen kan de benodigde capaciteit worden verlaagd. Bij het systeem dat bekend staat onder de naam TerraSea kan de binnenkomende lucht zowel worden gekoeld als opgewarmd. Hiertoe wordt de binnenkomende lucht langs een warmtewisselaar (zogenaamde luchtconditioner) geleid die gevuld is met water. Het water voor koeling is afkomstig uit een grondbed, waarin het opgewarmde water weer wordt opgeslagen. Dit opgewarmde water kan later weer worden gebruikt om de binnenkomende lucht op te warmen, maar ook voor vloerverwarming. Ook warmte van de dieren die afgegeven wordt aan de vloer, wordt via de slangen van de vloerverwarming afgevoerd en opgeslagen in de grond. Het geheel van verwarmen en koelen is vergelijkbaar met de in het vorige hoofdstuk beschreven techniek van Warmte en Koude Opslag. Zie ook figuur 1. Om het water voldoende op te warmen wordt gebruik gemaakt van warmtepompen.

In de eerste uitvoeringen van het systeem werden de luchtconditioners geplaatst in een aparte gang langs de zijkant van de stal. Aan de andere kant van de stal was een gang aanwezig voor het afvoeren van de lucht. In een aangepast concept worden de conditioners ingebouwd in de buitenmuur. De afvoer van de lucht gaat via een centraal luchtkanaal waarop twee stallen zijn aangesloten (zie figuur 3). Tevens wordt via het aanbrengen van daglichtkokers het energieverbruik nog verder beperkt.

Om de emissies van ammoniak, geur en fijnstof verder te beperken wordt de uitgaande lucht behandeld met een biologische dan wel chemische luchtwasser. De warmte in de ventilatielucht wordt via een wisselaar in de waterbak van de luchtwasser teruggewonnen. Om het water eventueel verder op te warmen zijn warmtepompen aanwezig. Het systeem verlaagt op twee manieren de emissies:

1. via verlaging van de ventilatiecapaciteit; ten opzichte van een traditionele vleeskuikenstal is er 30% van de maximale ventilatiecapaciteit geïnstalleerd.
2. via de luchtwasser; afhankelijk van het type dat wordt toegepast.



**Figuur 3** Zijgang van TerraSea systeem met daarin een luchtconditioner.

---

### 4.1.2 Verwijderingsrendement emissies

Door de combinatie met een chemische of biologische luchtwasser wordt de ammoniakemissie met ongeveer 90% of 70% verlaagd. De geurreductie bedraagt ongeveer 30% en 45%. Of er ook een effect is op de emissie van methaan en lachgas is niet duidelijk. Vooral nog wordt uitgegaan van niet. De reductie van de emissie van fijn stof (PM10) bedraagt ongeveer 35% en 75%. Die 75% geldt voor een biologische luchtwasser met een lange verblijfstijd.

Er zijn metingen uitgevoerd aan het systeem, waarbij ook gekeken is naar de emissie uit de stal zonder behandeling van de uitgaande lucht door de luchtwasser. De resultaten van deze metingen zijn opgenomen in het rapport 'Metingen aan twee luchtwassystemen in een vleeskuikenstal met conditionering van ingaande ventilatielucht' (Melse et al, 2012). Er is nog geen emissiefactor vastgesteld op basis van deze metingen.

### 4.1.3 Energieverbruik

De warmte die de kuikens zelf maken, gaat niet verloren maar wordt in de luchtwasser opgevangen en teruggewonnen. In Terra Sea stallen is er geen gasverbruik en kan worden volstaan met enkel elektriciteit. Door de toepassing van bodemenergie, warmteterugwinning via de luchtwasser en uit de vloer en de inzet van een warmtewisselaar voor het koelen en/of verwarmen van de inkomende stallucht, kan 60% energie (verwarmingskosten) worden bespaard in Terra Sea stallen.

## 4.2 Gebruikerservaringen

Dit systeem is ontwikkeld door de familie van Zeeland in samenwerking met Inno<sup>+</sup>. Voor de geïnterviewde ondernemers was de belangrijkste reden om voor dit systeem te kiezen de huidige en/of toekomstige wet- en regelgeving. De ondernemers moesten (ammoniak) emissie reducerende maatregelen nemen om in aanmerking te komen voor een nieuwbouwvergunning. Bijkomende overwegingen om voor TerraSea te kiezen waren dat er een lagere capaciteit van de luchtwasser nodig is, dat het systeem energiezuinig is en dat het systeem helpt bij het creëren van een optimaal en constant stalklimaat. Hoewel er op dit moment zes bedrijven zijn met TerraSea stallen, is het systeem nog niet uitontwikkeld. Zo worden er bij alle ondernemers nog softwarematige veranderingen doorgevoerd om het systeem beter te laten functioneren. Daarnaast moeten ondernemers wel echt leren werken met het systeem van warmte en koude opslag. Eén ondernemer heeft extra verwarmingscapaciteit geïnstalleerd in zijn stal om eventueel te lage temperaturen aan het begin van de groeiperiode op te kunnen vangen.

Het gebruik van de stallen leidt volgens de ondernemers tot meer bewustwording op het gebied van energieverbruik en klimaatbeheersing. De leerpunten worden door de ondernemers ook ingezet bij traditionele stallen.

### 4.2.1 Productie

Als het luchtconditioneringssysteem goed functioneert zorgt het optimale en constante stalklimaat voor een toename van de groei per dag, verbetering van de voederconversie en een lagere uitval ten opzichte van traditionele stalsystemen. Deze verbeteringen worden door alle ondernemers ondervonden.

Twee ondernemers geven aan dat de voederconversie door het systeem is verbeterd omdat de kuikens schraler gevoerd kunnen worden. Twee andere ondernemers geven juist aan geen verbetering in hun voederconversie te zien. Deze ondernemers geven aan dat de gewenste temperatuur aan het begin van de groeiperiode soms moeilijk te realiseren is. Hierbij moet opgemerkt worden dat het bedrijf dat geen last heeft van te lage staltemperatuur in vergelijking tot de andere bedrijven, stallen heeft die ongeveer de helft kleiner zijn in volume. Hoe meer oppervlakte hoe groter de stalruimte. Dit kan betekenen dat de verwarming tot en met een bepaalde oppervlakte de gewenste ruimtetemperatuur eenvoudiger is te realiseren. Daarnaast heeft de ondernemer zonder opstartproblemen het systeem het langst in bedrijf. Het is dus mogelijk dat de ervaringen met de te koude start nog te wijten zijn aan het moeten leren werken met het systeem.

---

De ondernemers hebben verschillende ervaringen waar het gaat om uitval tussen de traditionele stallen en de TerraSea stal. Twee ondernemers geven aan geen verschil te merken in de uitval, één ondernemer rapporteert juist een hogere uitval, door een slechtere opstart. Een verklaring voor dit verschil kan zijn dat de ondernemer met de hogere uitval, zijn traditionele stallen verwarmt met een houtkachel en in die stallen met relatief lage kosten een hogere temperatuur kan handhaven. Deze ondernemer heeft aangetoond dat door zijn houtkachel zijn technische prestaties flink zijn verbeterd, een houtkachel stookt warmere en drogere lucht. Tijdens de eerste ronden hield deze ondernemer een lagere staltemperatuur aan in de TerraSea stallen. Misschien is daarom bij deze ondernemer het opstartverschil tussen beide systemen groter dan bij zijn collega's.

#### 4.2.2 Diergezondheid

Alle ondernemers rapporten een verlaging van het aantal kuikens met voetzollaesies in vergelijking met de traditionele stallen. Zij geven aan dat dit te danken is aan de vloerverwarming, wat een positief effect heeft op de kwaliteit van het gebruikte strooisel: dit blijft beter droog. Over het gebruik van antibiotica rapporten de ondernemers dat dit niet van het stalsysteem afhangt maar vooral van de kwaliteit van de eendagskuikens. Zij durven dan ook geen uitspraak te doen of dit stalsysteem leidt tot minder gebruik van antibiotica. Er is een duidelijk verschil per ronde, zo constateren zij. Een aandachtspunt bij dit stalsysteem is dat bij de opstart van een ronde de staltemperatuur minder hoog is te krijgen dan men gewend is in de traditionele stallen. Een aantal ondernemers geven aan dat dit een nadelig effect heeft op de diergezondheid, wat kan leiden tot extra uitval aan het begin.

#### 4.2.3 Verandering in arbeid

De ondernemers rapporteren een verbetering in het arbeidsgemak en de omstandigheden. Het stalklimaat is constanter en kan geoptimaliseerd worden. Dat voorkomt hittestress bij de kuikens in de zomer waardoor het makkelijker werken is en er minder gestuurd hoeft te worden met ventilatie etc. De ondernemers geven aan dat de tijdsbesteding weinig afwijkt tussen de verschillende systemen. Wel is er een verschil in de eerste generatie stallen volgens het TerraSea concept en de laatst gebouwde stallen: de oudere systemen van TerraSea namen relatief meer arbeid doordat gewerkt werd met twee luchtgangen aan weerszijden van de stal zelf. De luchtgangen moeten ook schoongemaakt worden. De nieuwere versies werken niet meer met luchtgangen aan de zijkant waardoor er minder arbeid nodig is. De klimaatcomputer zorgt er daarnaast voor dat alle energiestromen overzichtelijk in kaart worden gebracht. Dit vergemakkelijkt het inzicht. Bijkomend voordeel is dat deze computer op afstand te besturen is zodat feitelijk de bewegingsvrijheid van de ondernemer vergroot wordt.

#### 4.2.4 Verandering in emissies

Terra Sea maakt gebruik van luchtwassers. De combinatie van luchtconditionering met een luchtwasser zorgt voor een reductie van 70 tot 90 procent van de emissies. Deze reductie is ook met een standaard stal met luchtwasser te behalen, in ieder geval theoretisch. Het grote verschil zit hem er in dat TerraSea minder stallucht hoeft te verversen om het stalklimaat op het gewenste niveau te houden. De reductie van het TerraSea concept wordt dus behaald met een minder grote capaciteit van de luchtwasser. Daarnaast wordt door warmteterugwinning in dit systeem een besparing op de verwarmingskosten van 50 tot 60 procent bereikt. De emissiereductie wordt dus vooral efficiënter bereikt dan bij traditionele stallen met een luchtwasser.

#### 4.2.5 Voor- en nadelen van het systeem

De belangrijkste voordelen van het TerraSea systeem zijn de besparing op verwarmingskosten en het constante klimaat.

Hoewel dit systeem een integraal duurzame stal is geven ondernemers aan dat het geen extra markvoordeel oplevert. Er zijn nog maar zes bedrijven met TerraSea stallen waardoor er feitelijk te weinig afzetvolume geleverd zal kunnen worden. Op dit moment is er daarnaast ook te weinig vraag vanuit de markt naar duurzaam geproduceerd vlees van vleeskuikens.



---

Het TerraSea concept bevat een behoorlijke hoeveelheid techniek. De ondernemers moeten echt leren omgaan met het systeem. Bijna alle ondernemers gaven aan dat de gewenningsperiode heeft gezorgd voor mindere goede technische resultaten. Pas na een aantal rondes – dit verschilt per ondernemer – komen de genoemde voordelen naar boven. Een nadeel van de gebruikte technieken is dat er door de ondernemers op de langere termijn meer onderhoud verwacht wordt dan bij de traditionele stallen. Het is de vraag of andere moderne stalsystemen zoals deze nu gebouwd worden niet ook meer techniek en dus onderhoud met zich mee brengen.

Zoals gezegd zit mogelijk een belangrijk aandachtspunt in de opstart: afhankelijk van de grootte van de stal duurt het langer om de stal op te warmen. Een te lage starttemperatuur heeft nadelige gevolgen op de groei van de kuikens. Wel lijkt het mogelijk de achterstand in groei later weer in te halen door het beter te optimaliseren stalklimaat. Ondernemers die kiezen voor dit systeem moeten hier duidelijk rekening mee houden en met het systeem leren werken. Op tijd beginnen met verwarmen is belangrijk. Een mogelijke oplossing is het creëren van een extra verwarmingsmogelijkheid, maar dit doet afbreuk aan het principe van het TerraSea systeem. Een andere optie is het gebruik maken van zogenaamde Hatchbrood kuikens, dit zijn kuikens van drie dagen oud die al op de broederij opgestart zijn. In feite lost men met het gebruik van Hatchbrood kuikens het probleem van TerraSea niet op, maar wordt het probleem van de opstart bij de broederij neergelegd.

Zoals gezegd is het systeem nog niet uitontwikkeld. De nieuwere versies van TerraSea werken zonder luchtgangen. De warmtewisselaars zijn direct in de zijgevel geplaatst en voor de afvoer van de lucht is er een centraal afvoerkanaal. Dit scheelt in de bouwkosten en in arbeidstijd. Ook werken deze nieuwere versies nog energiezuiniger door gebruik van betere software. Door deze ontwikkelingen wordt TerraSea in de toekomst goedkoper en dus ook interessanter voor de pluimveehouder.

#### 4.2.6 Financieel

De verschillende ondernemers geven alleen aan dat de extra investeringskosten ongeveer € 5, - per kuikenplaats bedragen. Het systeem voldoet aan de MDV en de ondernemers kunnen gebruik maken van de fiscale regelingen: de MIA, EIA en de VAMIL.

### 4.3 Bedrijfstechnisch en financieel resultaat

Met behulp van de aangeleverde resultaten van de ondernemers is gekeken wat het effect van het stalsysteem is op de technische resultaten en of de eventuele meeropbrengsten, veroorzaakt door het stalsysteem, opwegen tegen de meerkosten van het systeem. De uitkomsten geven een indicatie weer van het effect op bedrijfstechnisch en financieel resultaat. De uitkomsten geven geen beeld van de winstgevendheid of financiële posities van de ondernemers.

#### 4.3.1 Technisch resultaat

Tabel 4 laat het verschil zien tussen de TerraSea stallen en traditionele stallen op bedrijfsniveau per ondernemer. Ondernemer A had tot aan het verwerken van de gegevens slechts een ronde gedraaid. De ondernemers hebben aangegeven dat de resultaten van beide stalsystemen erg afhankelijk zijn van de kwaliteit van de broederij.

Tabel 4 Ontwikkeling technische resultaten TerraSea ten opzichte van gangbaar systeem op het zelfde bedrijf

Kop	Bedrijf		
	A	B	C
<b>Technische gegevens</b>			
Gewicht/afgeleverd kuiken (g)	300	69	81
Uitval kuikens (%)	-0,49	-0,63	-0,32
Groei/dier/dag (g)	6,3	1,0	2,0
Voederconversie	-0,05	-0,02	0
Groeiperiode (dgn)	-3	0,5	0
Leegstand (dagen)	-1	0	0
Dier-dag-dosering per kuiken (dd/dj)			6,8
Voetzoollaesies(%)	-43	-10	-75
<b>Financiële gegevens (€ per 100 kuikens)</b>			
Gezondheidszorg	2		-0,05
Verwarmingskosten	-4	-6,82	-5,01
Elektra	2,0	3,8	0,25
Strooisel	0	nb	0,06
Arbeidskosten	lager	nb	nb
Werk door derden	lager	nb	nb
Mestafzetkosten	-0,20	nb	0,03

#### Interpretatie technisch resultaat

Ondernemer A heeft een hoger aflevergewicht per kuiken in zijn TerraSea stal. Dit komt doordat de groei per dag aanzienlijk hoger is als gevolg van het betere stalklimaat. De kuikens in de TerraSea stallen worden drie dagen eerder afgeleverd. Het verschil in de bezetting is te verklaren doordat er in TerraSea tussentijds wordt uitgeladen en in de traditionele stallen niet. Opvallend is dat de gezondheidskosten hoger liggen dan traditioneel. Volgens de ondernemer is dit te wijten aan pootproblemen in de TerraSea stal als gevolg van de kwaliteit van de aangeleverde eendagskuikens. De mestafzetkosten zijn lager door droger strooisel.

Bij ondernemer B laat de TerraSea stal een positieve verbetering zien ten opzichte van traditioneel. De gegevens van de gezondheidskosten zijn hier helaas niet aangeleverd. De positieve uitkomst van TerraSea is volgens deze ondernemer te danken aan een beter stalklimaat. Wel heeft deze ondernemer extra verwarmingscapaciteit geïnstalleerd in zijn TerraSea stal om te lage temperaturen aan het begin van de groeiperiode op te vangen. Het is niet duidelijk hoe de technische resultaten zouden zijn wanneer er geen opstart verwarming (in dit geval houtkachel) zou zijn toegepast.

Bij ondernemer C laat de Terra Sea eveneens een positiever resultaat zien ten opzichte van traditioneel, hetgeen ook volgens deze ondernemer te danken is aan het betere stalklimaat. De dierdagdoseringen liggen iets hoger. Dit ligt volgens de ondernemer niet aan het stalsysteem maar aan de kwaliteit van de eendagskuikens in die periode.

Op alle bedrijven wordt een verbetering van de voetzoollaesies geconstateerd als gevolg van de vloerverwarming. De vloerverwarming zorgt voor een droger strooiselkwaliteit. Op alle drie bedrijven is een forse besparing op verwarmingskosten vastgesteld door Terra Sea.

Op het bedrijf van ondernemer B zijn de elektriciteitskosten het hoogst. Deze ondernemer heeft aangegeven niet van de energiemonitoringsmogelijkheid gebruik te maken terwijl de andere ondernemers dat wel doen. Hieruit zou geconcludeerd kunnen worden dat de energiemonitoring een positief effect heeft op de besparing van energiekosten. Daarbij moet wel vermeld worden dat ondernemer A gebruik maakt van zonnepanelen.

NB: Een kanttekening is dat de gegevens van twee bedrijven gebaseerd zijn op één ronde en van een bedrijf op vier rondes. Daardoor kunnen deze verschillen niet hard worden gemaakt. Hier zijn meerdere rondes op meerdere bedrijven voor nodig om een representatief beeld te geven van het effect. Deze uitkomsten geven daardoor slechts een indicatie weer van het effect van het stalsysteem.

#### 4.3.2 Financieel resultaat

In deze paragraaf wordt het verschil in kosten tot uitdrukking gebracht tussen Terra Sea en een traditionele vleeskuikenstal die uitgerust wordt met een luchtwasser. De bedrijfsgegevens van een

drietal bedrijven uit de enquête worden gekoppeld aan de lange termijn prijzen van KWIN-Veehouderij 2013-2014. In tabel 5 staan de uitgangspunten voor de berekeningen zoals weergegeven in tabel 6.

Tabel 5 KWIN-normen en investering en jaarkosten TerraSea en luchtwasser

Rekennormen	KWIN-Veehouderij 2013-2014	
Prijs per kg vlees	€	0,81
Kosten kuikens	€	0,32
Kosten kg voer	€	0,295
	<b>TerraSea</b>	<b>Luchtwasser</b>
Extra investering per kuikenplaats	€ 5,00	€ 6,00
Jaarkosten investering per 100 kuikens	€ 61,00	€ 50,00
Afschrijving		8%
Rente (over 50% van investering)		4,5%
Onderhoud		2%
Jaarlijkse kosten		12,25%
Afzet spuiwater (per m <sup>3</sup> )	€	6,00

Het TerraSea systeem vergt een extra investering van € 5,- per kuikenplaats. De totale investering van een TerraSea stal bedraagt € 17,50, terwijl een stal met luchtwasser een investering vraagt van € 16,20. De TerraSea is dus circa 10% duurder ten opzichte van een vleeskuikenstal met een 'normale' luchtwasser. De extra vaste jaarkosten (rente, afschrijving, onderhoud) bedragen € 61,25 per 100 kuikenplaatsen tegen € 50,- bij een chemische luchtwasser.

De besparing op verwarming verschilt per bedrijf en bedraagt tussen de € 4,- en € 6,80 per 100 kuikens per ronde. Hier staat een toename in elektra tegenover van € 0,25 tot € 3,80 per 100 kuikens per ronde. Door een betere groei ontstaat op alle drie de bedrijven een gunstiger saldo. Op jaarbasis is dit verschil inclusief mestafzetkosten € 50,- tot € 200,- (gemiddeld € 100) per 100 kuikens. De (meer)kosten van het TerraSea systeem bedragen circa € 68,- per 100 kuikens per jaar. De meerkosten van een luchtwasser zouden € 114,- per 100 kuikens per jaar bedragen. Bij een luchtwasser is geen verbetering van technische resultaten te verwachten. Het financiële voordeel van TerraSea t.o.v. een luchtwasser bedraagt voor deze drie bedrijven gemiddeld € 146,50 per 100 kuikens per jaar.

Een ander systeem dat ook in aanzienlijke mate ammoniak reduceert (74%), is een luchtmeng-systeem voor droging van de strooisellaag in combinatie met een warmtewisselaar. De extra jaarkosten daarvan bedragen € 5,- per 100 kuikens per jaar bij een investering van € 1,25 per kuikenplaats. Het financiële voordeel van TerraSea t.o.v. dit luchtmengsysteem bedraagt voor deze bedrijven circa € 37,50<sup>3</sup> per 100 kuikens per jaar.

De hogere opbrengsten in de tabel 6 zijn het gevolg van de hogere aflevergewichten van de vleeskuikens.

De mogelijk fiscale voordelen door de regelingen MIA, EIA en VAMIL zijn niet meegerekend.

<sup>3</sup> Extra saldo TerraSea minus kosten TerraSea plus kosten luchtmengsysteem = € 100,77 - € 68 + € 5 = € 37,77.

Tabel 6 Kostenvergelijking TerraSea en gangbaar huisvestingssysteem vleeskuikens met luchtwasser

(prijzen o.b.v. KWIN-V 2013-2014)

	Verschil TerraSea t.o.v. gangbaar+luchtwasser			
	Bedrijf A	Bedrijf B	Bedrijf C	Gemiddeld
<b>Opbrengst</b>				
Afgeleverde kg kuiken	€ 24,57	€ 6,59	€ 6,83	
<b>Kosten</b>				
Voer (kg)	€ 1,38	€ 2,63	€ 4,30	
<b>Voerwinst/ronde</b>	<b>€ 23,19</b>	<b>€ 3,97</b>	<b>€ 2,52</b>	<b>€ 9,89</b>
<b>Overige toegerekende kosten per 100 kuikens</b>				
Elektriciteit	€ 2,00	€ 3,80	€ 0,25	
Verwarming	€ -4,00	€ -6,80	€ -5,01	
Gezondheidszorg	€ 2,00	-	€ -0,05	
Strooisel		-	€ 0,06	
<b>Totaal</b>	<b>€ 0,00</b>	<b>€ -3,00</b>	<b>€ -4,75</b>	
<b>Saldo /ronde</b>	<b>€ 23,19</b>	<b>€ 6,97</b>	<b>€ 7,27</b>	
Mestafzet/ronde	€ -0,20	-	€ 0,03	
<b>Saldo op jaarbasis (incl. mestkosten)</b>	<b>€ 199,57</b>	<b>€ 51,58</b>	<b>€ 51,14</b>	<b>€ 100,77</b>
Extra kosten investering/ jaar	€ 11,25	€ 11,25	€ 11,25	
Extra variabele kosten*	€ -57,00	€ -57,00	€ -57,00	
<b>Saldo minus extra kosten per 100 kuikens per jaar</b>	<b>€ 245,32</b>	<b>€ 97,33</b>	<b>€ 96,89</b>	<b>€ 146,52</b>
<b>Voordeel t.o.v. stal zonder luchtwasser</b>	<b>€ 131,32</b>	<b>€ -16,67</b>	<b>€ -17,11</b>	<b>€ 32,52</b>

\* Extra variabele kosten voor TerraSea bedragen € 7 voor afzet spuiwater, terwijl die voor de luchtwasser € 64 bedragen. Het verschil is dus € 57 in het voordeel van TerraSea. De rest van de variabele kosten voor TerraSea zitten reeds verdisconteert in het saldo, omdat dit zo door de pluimveehouders is opgegeven.

#### 4.3.3 Conclusie

Het TerraSea stalsysteem vraagt een extra investering per kuikenplaats. In vergelijking met een luchtwasser is dat € 1,30 per dierplaats. Daar staat wel een besparing van de energiekosten tegenover en het is mogelijk om met verbetering van technische resultaten de extra kosten terug te verdienen. Gemiddeld is voor de drie bedrijven het voordeel van TerraSea ten opzichte van een gangbare stal met luchtwasser berekend op € 146,52 per 100 kuikens per jaar. Wel zijn de verschillen tussen de bedrijven groot. Eén bedrijf (A) realiseert zelfs een beter resultaat dan een stal zonder luchtwasser. Vergelijken met een luchtmengsysteem in combinatie met een warmtewisselaar bedraagt het berekende voordeel van een TerraSea stal € 37,50 per 100 kuikens per jaar.



**Figuur 4** TerraSea systeem volgens aangepast (SunBro) concept met centraal afvoerkanaal en daglichtkokers.

---

# 5 V-vormige mestband bij vleeskalveren

## 5.1 Beschrijving stalsysteem

### 5.1.1 Werking van het stalsysteem

Er vindt gescheiden opvang en afvoer van mest en urine plaats door middel van een V-vormige mestband onder de roostervloer. Dit systeem is afkomstig uit de varkenshouderij. Doordat de mestband V-vormig is en in de lengterichting ook onder een licht afschot is geplaatst wordt de urine continue afgevoerd naar een afgesloten mestopslagruimte. De vaste mest wordt van de mestbanden verwijderd door de banden minimaal tweemaal per dag volautomatisch af te draaien. Figuur 5 geeft een beeld van deze techniek.



**Figuur 5** V-vormige mestband voor de gescheiden afvoer van mest en urine bij vleeskalveren.

### 5.1.2 Verwijderingsrendement emissies

Door de urine en de vaste mest gescheiden op te vangen wordt de vorming van ammoniak in de stal vertraagd. Door de urine en mest vervolgens buiten de stal op te slaan wordt de emissie beperkt. De emissiereductie van ammoniak in de varkenshouderij bedraagt 64% (Aarnink et al., 2007). Daarnaast is er een reductie van 22% van de geuremissie en 86% van de methaanemissie. Er is geen reductie van lachgas en fijn stof vastgesteld.

De onderzoeken naar de emissiereductie bij toepassing bij vleeskalveren wordt op dit moment nog uitgevoerd. Er zijn nog geen uitslagen van deze onderzoeken bekend gemaakt. De reductie van ammoniak heeft een positief effect op het stalklimaat. De lucht in de stal is gezonder voor de kalveren.

---

### 5.1.3 Energieverbruik

Het energieverbruik van de mestband is laag. De band wordt aangedreven door een motor van ongeveer 0,55 kilowatt, afhankelijk van het formaat van de mestband. De banden draaien twee keer per dag met een snelheid van drie meter per minuut.

## 5.2 Gebruikerservaringen

Dit systeem is nog volop in ontwikkeling. Twee van de drie respondenten zijn zelf betrokken bij het ontwikkelen van het systeem in de vleeskalverhouderij, de derde heeft in nauw overleg met de leverancier het systeem geïnstalleerd en experimenteert nog met de vloer. Hoewel de andere systemen in dit project ook nog doorontwikkeld worden, is dit systeem nog het meest pril. Zo is er bijvoorbeeld nog geen emissiefactor voor dit stalsysteem. Door voor dit systeem te kiezen denken de ondernemers voor te sorteren op toekomstige wet- en regelgeving (aanscherpen ammoniak emissie-eisen). Een andere overweging die meespeelde was het bevorderen van de diergezondheid door een gezonder stalklimaat. Een alternatief voor dit systeem is het werken met een luchtwasser. De ondernemers geven aan dat de voordelen van een mestband ten opzichte van een luchtwasser de langere levensduur van de mestband is en dat de mestband een positief effect heeft op het stalklimaat. Verder kan, afhankelijk van de regio waarin het bedrijf ligt en de transportafstand voor de mest, de primaire scheiding in een dikke en dunne fractie ook als voordeel worden gezien. Opvallend is dat één ondernemer rapporteert dat het gebruik van de luchtwasser werd afgeraden door een gemeenteambtenaar, juist omdat het een end-of pipe oplossing is.

### 5.2.1 Productie

De ondernemers constateren een toename van de gemiddelde groei per dier per dag. Zij geven aan dat deze toename deels te danken is aan een beter stalklimaat (minder ammoniak in de lucht), maar ook door het gebruik van vloerverwarming (verwarming van het rooster). Door de vloerverwarming starten de kalveren in het begin beter op. Daarnaast ontbreekt in dit systeem de diepe open kelder waar ook veel kou uit omhoog kan komen. Twee ondernemers geven aan dat de groei per dag en de voeropname is verbeterd. Een kanttekening is dat deze ondernemers niet over referentiecijfers beschikken, deze uitspraken zijn gebaseerd op gevoel. Daarnaast hebben twee ondernemers nog maar één ronde afgeleverd. Daarom is het moeilijk om op dit moment een representatief beeld van de effecten weer te geven.

Door het verbeterde stalklimaat en de vloerverwarming constateren zij dat er minder antibiotica nodig is. Omdat dit echter op bedrijfsniveau wordt bijgehouden en er op alle bedrijven ook traditionele stallen aanwezig zijn is dit niet onomstotelijk aan te tonen. Daarnaast constateren de ondernemers een lagere uitval. De mestband zorgt voor minder luchtwegproblemen. Door minder ammoniak in de lucht kan het kalf gemakkelijker ademen, daarnaast ademt het kalf gezondere lucht in. Dit heeft een positief effect op de gezondheid, wat uiteindelijk weer terug te zien is in de dierproductie. Er wordt geen duidelijk merkbaar verschil gezien in de bevuiling van de kalveren.

De prestaties van de kalveren worden voor een groot deel beïnvloed door de gezondheid van de kalveren. De ondernemers geven aan dat de diergezondheid is verbeterd door dit systeem. Een vraag die men kan stellen is in hoeverre dit door de mestband komt of door de vloerverwarming. Alle ondernemers maken namelijk gebruik van vloerverwarming. De uitval wordt voor een groot deel bepaald tijdens de opstartperiode. Tijdens de opstartperiode is het kalf erg gevoelig voor allerlei klimaatwisselingen en tocht en heeft het behoefte aan warmte. Wellicht dragen zowel de mestband als de vloerverwarming bij aan de verlaging van de uitval. Minder luchtwegproblemen leidt tot minder antibioticagebruik en hogere dierproductie. Een ziek kalf groeit namelijk minder snel dan een gezond kalf.

Twee ondernemers kunnen geen verschil merken in de bevuiling en bezoedeling. Deze ondernemers maken gebruik van roostervloeren met een rubberoplaag. Deze ondernemers hadden eigenlijk wel een verbetering verwacht. Een andere ondernemer geeft juist wel aan dat de bezoedeling en bevuiling van de kalveren is verminderd. Deze ondernemer maakt gebruik van een hardkunststof roostervloer. De ondernemers met de rubberen roostervloer hebben beide een verbetering geconstateerd in

---

gewricht en klauwproblemen terwijl de ondernemer met de kunststofvloer hierin geen verbetering heeft geconstateerd.

### 5.2.2 Verandering in arbeid

Het gebruik van de rubberen of kunststof roostervloer in plaats van hout, wordt als voordeel gezien, deze materialen zijn makkelijker schoon te maken. De mestband vergt weinig extra arbeid. Af en toe moet de band gecentreerd worden. Het systeem vergt op dit moment nog weinig onderhoud, maar moet wel worden bijgehouden. Over onderhoud op termijn kunnen de ondernemers nog geen uitspraken doen, de theoretische levensduur van het systeem bedraagt 25 jaar maar de ondernemers geven aan op de helft van die periode wel groot onderhoud te verwachten. De ondernemers ervaren zelf ook een prettiger werkklimaat met frissere lucht.

### 5.2.3 Voor- en nadelen van het systeem

Het mestbandsysteem leidt niet tot voordelen op het gebied van vermarkting van het vlees. De productievoordelen leveren wellicht een concurrentievoordeel maar dit is niet objectief te meten. Eén ondernemer geeft aan dat de kalveren in de stal met dit systeem makkelijker opstarten dan in de stallen zonder dit systeem. Hij geeft aan dat dit te danken is aan het ontbreken van de mestput (minder lucht uit de kelder die de jonge kalveren moeten inademen) in combinatie met de vloerverwarming (geen koudeval). Deze ondernemer denkt er over de stal als opstart stal te gaan gebruiken, maar dat vraagt om een hele andere bedrijfsinrichting.

Een voordeel is daarnaast dat de mest bij de bron wordt gescheiden, de gescheiden mest kan apart van elkaar worden opgeslagen. Hierdoor zijn de kalverhouders in staat om makkelijk in te spelen op toekomstige mestverwerking. Op dit moment verandert er nog niets omdat de verwerkers van de mest nog niets met gescheiden mest kunnen. De ondernemers geven verder aan dat de levensduur een te verwachten voordeel gaat geven ten opzichte van luchtwassers: het systeem heeft een geschatte levensduur van 25 jaar, die van een luchtwasser bedraagt maar 10 jaar.

Geen van de ondernemers kan nog uitspraken doen over de exacte emissiereductie. Een ondernemer geeft aan dat de reductie minimaal 50 procent bedraagt en een andere ondernemer verwacht een reductie van 70 procent. Het precieze effect moet dus nog worden vastgesteld door onafhankelijk onderzoek. Als het systeem de gewenste emissiereductie werkelijk realiseert dan heeft het systeem waarschijnlijk toekomst. Het systeem heeft meerdere positieve effecten ten opzichte van een luchtwasser. Een luchtwasser is een end of pipe oplossing, terwijl een mestband het probleem bij de bron aanpakt en waarschijnlijk een positief effect heeft op het stalklimaat en dus op de diergezondheid en dierproductie.

### 5.2.4 Financieel

Omdat de systemen nog in ontwikkeling zijn en niet commercieel verkocht, zijn de kosten nog niet geheel duidelijk. Een indicatie van de extra investering is dat deze ongeveer gelijk is aan de aanschaf van een luchtwasser. Omdat het systeem wel als duurzaam beschreven staat, kunnen de ondernemers gebruik maken van de fiscale regelingen MIA en VAMIL.

Tijdens de interviews zijn geen exacte investeringsbedragen genoemd. Een ondernemer geeft aan dat hij in het totaal €160.000,- heeft geïnvesteerd in 10 mestbanden. Andere ondernemers geven aan dat de investering in dit systeem te vergelijken is met een luchtwasser. Met de positieve effecten van de mestband ten opzichte van een luchtwasser in het achterhoofd, achten zij dit systeem een betere investering dan een luchtwasser. Daarnaast is een levensduur van een gemiddelde luchtwasser 10 jaar, die van een mestband is ongeveer 25 jaar. Wel is de bouw van dit duurzame systeem duurder dan een traditionele stal. Als de regelgeving in de toekomst op het gebied van ammoniakemissies niet wordt aangescherpt, hebben deze kalverhouders waarschijnlijk een dure investering gedaan. Want het is de vraag of de meeropbrengsten door een betere diergezondheid opwegen tegen de meerkosten van dit systeem. Hier kan op dit moment nog niks over gezegd worden.

---

## 5.2.5 Verandering in overige factoren

Er is nog geen emissie(reductie)factor vastgesteld voor dit systeem, een van de stallen heeft een proefstalstatus. De ondernemers is voorgehouden dat de reductie in dezelfde orde van grootte kan zijn als bij het vergelijkbare systeem in de varkenshouderij. Het systeem verbruikt weinig energie, één ondernemer stelt dat het ongeveer 0,5 kWh per dag vraagt.

Omdat de techniek van dit systeem onder de vloer zit verandert er qua dagelijks management niets met dit systeem. Het mestbandensysteem stelt geen voorwaarden aan het ventilatiesysteem, het kan zowel in natuurlijk als mechanisch geventileerde stallen worden toegepast. De ondernemers geven aan hun werkwijze in de traditionele stallen niet veranderd te hebben met dit systeem.

## 5.3 Bedrijfstechnisch en financieel resultaat

### 5.3.1 Technisch resultaat

Er zijn geen technische resultaten van dit systeem aangeleverd door de ondernemers. De reden is dat ze of niet beschikbaar c.q. niet representatief zijn, of de ondernemer ze niet wil delen.

### 5.3.2 Financieel resultaat

In deze paragraaf wordt het verschil in kosten tot uitdrukking gebracht tussen een V-vormige mestband, een luchtwasser en de Groene vlagvloer met afdichtflappen op een vleeskalverbedrijf.

In tabel 7 zijn de uitgangspunten en berekeningen weergegeven. Een V-vormige mestband op een vleeskalverbedrijf vergt een investering van zo'n € 200,- per kalver-plaats. In plaats van een mestkelder in de stal, is het separaat plaatsen van een mestsilos een optie die een aanzienlijk lagere investering vraagt (€ 40 in plaats van € 100 per m<sup>3</sup>). De investering valt bij 2,25 m<sup>3</sup> per kalverplaats € 135,- per kalverplaats lager uit, zodat netto € 65,- extra investering per kalverplaats overblijft<sup>4</sup>. Dit is circa 5% extra ten opzichte van een vleeskalverstal zonder emissiebeperkende maatregel. De vaste jaarkosten van de mestband bedragen € 18,- per plaats. Hoewel een kalverhouder aangaf dat de levensduur van een mestband 25 jaar is, is bij de berekening uitgegaan van de helft hiervan. Dit vanwege de verwachting dat de techniek in een omgeving met mest minder lang meegaat.

Voor een luchtwasser is de extra investering € 120,- per kalverplaats. De vaste jaarkosten van een luchtwasser bedragen € 17,-. Bij de luchtwasser zijn er nog aanzienlijke variabele kosten voor zuur, elektra en (spui)water. Deze bedragen € 16,50 per plaats, zodat de totale jaarkosten € 33,50 zijn. De uitkomsten laten zien dat de investering in een V-vormige mestband een positief rendement van € 15,50 per vleeskalf per jaar oplevert ten opzichte van een stal met een luchtwasser.

Een alternatief systeem (nog in onderzoek) is de Groene vlagvloer met afdichtflappen welke de ammoniak met mogelijk 50% reduceert. Dat systeem kost circa € 20,- per dierplaats per jaar bij een extra investering van € 200,- per kalverplaats.

Het extra voordeel van de V-vormige mestband is de mogelijkheid om meeropbrengsten door het betere stalklimaat te realiseren. De ondernemers geven (op basis van gevoel) aan dat de groei per dag en voeropname verbeterd is. Volgens KWIN-V bedragen de voerkosten € 391,- per blankvleeskalf. Elke procent verbetering van de voederconversie, levert dus bijna € 4,- op.

Van een Groene Vlagvloer is niet zo'n invloed op technische resultaten te verwachten als van een mestband.

De mogelijk fiscale voordelen door de regelingen MIA, EIA en VAMIL zijn niet mee berekend.

---

<sup>4</sup> Kalverhouders met een mestafzetcontract (veelal op de Veluwe) hebben slechts voor twee weken mestopslag nodig; de mest wordt wekelijks afgevoerd naar kalvergierverswerkingsinstallaties. Op deze bedrijven is reeds een besparing voor de mestkelder, die ze dus ook zonder mestband realiseren..



Tabel 7 Kostenvergelijking V-vormige mestband en luchtwasser vleeskalveren

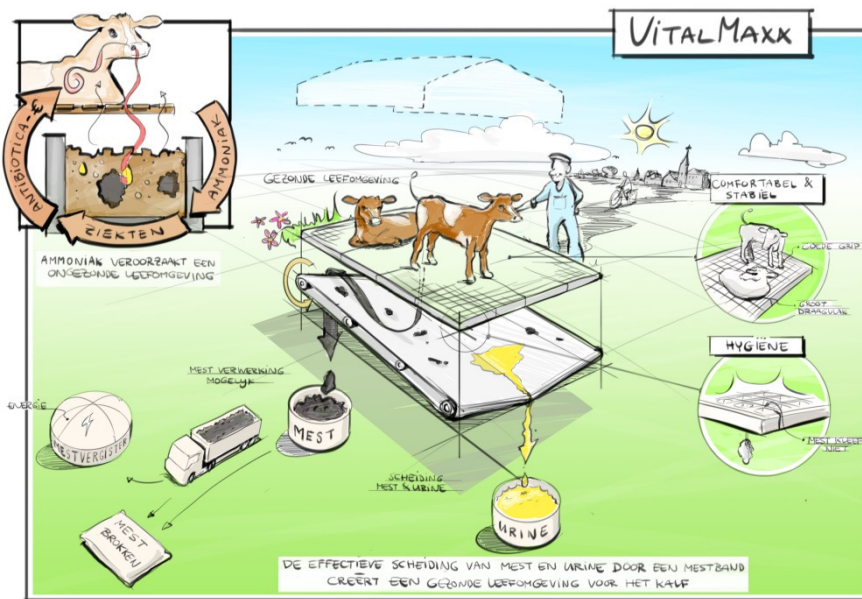
	V-vormige mestband	Luchtwasser (100% capaciteit)
<b>Investing</b>		<b>per dierplaats</b>
V-vormige mestband	€ 200,00	
Besparing mestkelder	€ -225,00	
Mestsilo	€ 90,00	
Luchtwasser		€ 120,00
<b>Totaal</b>	<b>€ 65,00</b>	<b>€ 120,00</b>
<b>Jaarlijkse kosten</b>		
rente (over 50% van investering)		4,5%
onderhoud mestband/luchtwasser		2%
onderhoud mestkelder		1,5%
onderhoud mestsilo		2,5%
afschrijving mestband/luchtwasser	8%	10%
afschrijving mestkelder		5%
afschrijving mestsilo		10%
<b>Resultaat</b>		
	<b>per kalverplaats/jaar</b>	
Rente, afschrijving, onderhoud	€ 18,00	€ 17,00
Variabele kosten luchtwasser (elektra, zuur, (spui)water)		€ 16,50
<b>Totaal kosten</b>	<b>€ 18,00</b>	<b>€ 33,50</b>
<b>Voordeel mestband t.o.v. luchtwasser</b>	<b>€ 15,50</b>	
<b>Mogelijk voordeel per % verbetering voerverbruik</b>	<b>€ 4,00</b>	

### 5.3.3 Conclusie

De V-vormige mestband vergt, doordat bespaard kan worden op de mestkelder, netto een beperkte extra investering van € 65,- per kalverplaats. De extra jaarkosten zijn berekend op € 18,- per kalverplaats, hetgeen € 2,- per dierplaats minder is dan de Groene Vlagvloer en € 15,50 per dierplaats minder dan een kalverstal met een luchtwasser.

Het voordeel van de V-vormige mestband is dat het stalklimaat gunstig beïnvloed wordt, wat leidt tot betere technische resultaten en de mogelijkheid de extra kosten terug te verdienen.

Een beperking hiervoor kan zijn wanneer de plaatsing van een aparte mestsilo niet mogelijk is i.v.m. de omvang van het bouwblok.



Figuur 6 Impressie van het toepassen van een V-vormige mestband.

## 6 Vrije Keuzestal voor melkkoeien

### 6.1 Beschrijving stalsysteem

#### 6.1.1 Werking van het stalsysteem

De Vrije Keuzestal dankt haar naam aan de keuze mogelijkheden die koeien in dit stalsysteem hebben. De koe staat centraal, waarbij ook milieu, landschap, dierwelzijn, energie en technologie zijn ingezet om tot een integraal duurzaam en toekomstbestendig concept te komen.

In de Vrije Keuzestal kunnen de koeien zelf kiezen of ze binnen blijven of naar buiten gaan. De koe kan op elk moment deze keuze maken. Bij deze keuze spelen veel factoren een rol die nog niet onderzocht zijn (klimaat, situatie om af te zonderen, voorkeur voor waterbed t.o.v. grasland e.d.). Ook in de stal krijgt het koecomfort veel aandacht. Het melken gebeurt met melkrobots. De dieren kunnen binnen bepaalde grenzen zelf bepalen wanneer en hoe vaak ze gemolken worden, variërend van twee- tot vijfmaal per dag. Dit geeft een hoogproductieve koe de mogelijkheid om zich tijdig te laten melken. Voor het ligcomfort zijn er waterbedden bestaande uit twee compartimenten. De ligplekken zijn ruim (115 cm breed) en schoon omdat eventuele urine er afloopt door een klein afschot van de bedden. De dieren kunnen zich schrobben/schuren aan borstels, die opgesteld zijn op bepaalde plaatsen in de stal.

Om de uitstoot van ammoniak te reduceren is voor deze stal een aangepaste loopvloer ontwikkeld die gebaseerd is op een dichte vloer, zodat er geen emissie uit de onderliggende mestkelder kan plaatsvinden. De dichte vloer is in de lengterichting uitgevoerd met sleuven waar de urine in kan worden opgevangen. Een mestschuif met vingers zorgt er voor dat de vloer inclusief de sleuven iedere twee uur wordt schoongemaakt, waarbij de verse mest en urine naar een afgesloten opslag worden afgevoerd. De doorsteken waar de mestschuif niet kan komen zijn uitgevoerd met Groene Vlag roosters met klepjes, Als vervolg hierop is een mestvergistingsstap voorzien. Deze werkt het beste met heel verse mest. Deze mestvergisters zijn nog niet gerealiseerd. Naast de aangepaste vloer is de stal uitgevoerd met dakisolatie en automatisch geregelde natuurlijke ventilatie die beide, naast diercomfort, ook bijdragen aan een lagere ammoniakuitstoot (door een koelere stal in de zomer, respectievelijk minder luchtsnelheid over de loopvloer).



**Figuur 7** Interieur van een Vrije Keuzestal.

---

### 6.1.2 Verwijderingsrendement emissies

Een combinatie van innovaties in de stal levert een reductie van ammoniak- en methaanemissie. Lachgas wordt in de stal bijna niet geproduceerd. Emissies van de roostervloer worden grotendeels beperkt door de Groene Vlag roosters volgens het brievenbusprincipe in de roosterspleten. De combinatie van sleufvloer en aangepaste roostervloer geeft een ammoniakemissie van 8,6 kg per dierplaats per jaar bij permanent opstallen en 7,5 kg per dierplaats per jaar bij beweiden (Rav-code A1.22). Deze emissiefactoren zijn vastgesteld op basis van uitgevoerde metingen (Mosquera et al., 2012). De emissie in een traditionele ligboxenstal is 11 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar bij permanent opstallen. Dat betekent dat de totale emissiereductie 22% bedraagt. Methaanemissie bij melkvee in een ligboxenstal vindt globaal voor ca. 70% plaats vanuit de pens en voor 30% vanuit de mestopslag. Een combinatie van korte en dichte opslag in de stal en het vrije-weide-principe kan de emissie uit de mestopslag reduceren. In combinatie met een veevoedingsadditief is een reductie van 27 - 41% mogelijk.

### 6.1.3 Energieverbruik

Wat betreft het directe energieverbruik zijn de volgende bedrijfsonderdelen van belang: het automatisch melksysteem, het wel of niet toepassen van frequentieregelaars, het gebruik van een voorcoeler, de verlichting in de stal. Het energieverbruik bij automatische melksystemen varieert sterk. Daarom kan niet worden aangegeven hoeveel energie door de vier melkrobots zal worden gebruikt. Frequentieregelaars zijn aanwezig op de pompen en vacuümpompen van de melkrobots en ook op de mestschuif. De voorcoeler voor de melktank is een platenkoeler. De vrijgekomen warmte gaat naar een free-heater, waar warm water wordt geproduceerd, dat vervolgens weer een elektrische boiler voedt. Wat betreft verlichting zijn natrium-hogedruklampen momenteel de meest energiezuinige voor een melkveestalverlichting.

## 6.2 Gebruikerservaringen

De Vrije Keuzestal is tot stand gekomen vanuit de visie van de ondernemers op hoe je het beste koeien zou kunnen houden. Belangrijke overwegingen daarbij waren meer beweegruimte, een beter stalklimaat en beter dierenwelzijn. Daarnaast was een belangrijke drijfveer om met dit type stal een maatschappelijk draagvlak voor nu en naar de toekomst toe te kunnen creëren. Een belangrijk discussiepunt is welke positieve veranderingen er aan het stalsysteem toe zijn te schrijven. De emissiearme stalvloer maakt het systeem op milieugebied duurzaam. De ruimere inrichting en het koe comfort maakt het systeem voor de koe duurzaam. De verbeteringen van de dierproductie en de diergezondheid door meer beweegruimte en beter dierfaciliteiten zijn waarschijnlijk ook te realiseren zonder emissiearme stalvloer. Maar de emissiearme stalvloer is juist weer nodig om het stalsysteem als duurzaam te kwalificeren. Omdat de ondernemers hun stal zelf als integraal duurzaam (milieu, dier en omgeving) omschrijven, worden de gerealiseerde voordelen toegeschreven aan de integrale benadering van het stalsysteem. Dit betekent niet dat andere melkveehouders hetzelfde stalconcept moeten bouwen om de aangetoonde voordelen te realiseren.

### 6.2.1 Productie

De ondernemers geven aan dat de nieuwe stal tot een productiestijging per koe heeft geleid. Dit wordt in hun ogen veroorzaakt door meer beweegruimte per koe, een beter ligcomfort en een beter stalklimaat. Daarnaast geven de ondernemers aan dat het gebruik van melkrobots ook bijdraagt aan de toename van de productie per dier.

Voederconversie wordt niet gemeten door de melkveehouders. Zij verwachten dat deze wel is verbeterd, door een optimale routing (logische situering van de voorzieningen) en een verbeterd stalklimaat, maar dit valt niet inzichtelijk te maken.

Het is niet in precieze cijfers aan te tonen wat voor effect het systeem op de dierproductie en diergezondheid heeft. De melkproductie en diergezondheid zijn afhankelijk van meerdere factoren, zoals als de voersamenstelling van het voerrantsoen, de fokkerij en managementfactoren. De ondernemers zelf geven aan dat het stalsysteem een positief effect heeft op de melkproductie per koe

---

en de diergezondheid. Op indicatie van de ondernemers kan er geconcludeerd worden dat een stal met veel beweegruimte, goede faciliteiten (voldoende licht, een fris stalklimaat en genoeg vreet- en ligplekken) een hogere melkproductie per koe en een betere diergezondheid tot gevolg heeft. Kanttekening is wel dat de ondernemers nu met een relatieve onderbezetting in de nieuwe stal draaien, maar voordien in hun oude stal met een overbezetting. De overbezetting heeft ongetwijfeld invloed gehad op productie en gezondheid. Opvallend is daarnaast dat een ondernemer aangeeft dat zijn vet- en eiwitgehalten zijn gestegen na ingebruikname van de nieuwe stal, terwijl de andere ondernemers dit niet rapporteren. Volgens deze ondernemer zelf komt dit door meer ruimte en een beter stalklimaat. Deze ondernemer is echter op duurzaamheid gaan fokken en is gaan inkruisen met Fleckvieh.

Een gerapporteerd nadeel dat twee ondernemers aangeven is dat er meer gevallen zijn van kalversterfte in het afkalfhok door doodliggen. De vraag is in hoeverre dit aan het stalsysteem ligt. Dit zou ook aan managementfactoren kunnen liggen: hoe vaak wordt een kalfkoe gecontroleerd en worden kalfkoeien wel of niet gemonitord? De interviews hebben hier geen duidelijkheid in gegeven.

### 6.2.2 Diergezondheid

De ondernemers geven aan dat door het gebruik van het nieuwe stalsysteem er een verbetering is opgetreden in diergezondheid. Zo melden zij een afname van het aantal mastitisgevallen, en een vermindering van klauwproblemen en dikke hakken. Deze verbetering is naar hun inschatting te danken aan meer beweegruimte, meer koecomfort, betere hygiëne in de ligboxen door het gebruik van watermatrassen, het regelmatig toepassen van een preventief voetbad en een beter pulsatiesysteem van de melkrobot. Daarnaast geven zij aan dat de vruchtbaarheid is verbeterd door het gebruik van nieuwere en betere tochtdetectiesensoren. Een ruimer strohok vergemakkelijkt het afkalven, maar twee ondernemers rapporteren daarnaast dat het aantal kalveren wat sterft door doodliggen is toegenomen. Tot slot rapporteren de ondernemers dat zij meer rust in de stal merken, door de vrije keuze die de koe heeft.

Hoewel deze verbeterpunten naar de ervaring van de ondernemers duidelijk bijdragen aan een verbetering van de diergezondheid mag verwacht worden dat het merendeel van deze punten ook bereikt kan worden in een andere moderne ligboxenstal waar geen vrije keuze en emissiearme vloer aanwezig is. De ervaringen van deze ondernemers zijn immers afgezet tegen die van hun oude ligboxenstal met een bepaalde mate van overbezetting.

### 6.2.3 Verandering in arbeid

De ondernemers geven aan dat de arbeidsomstandigheden beter geworden zijn door een frisser stalklimaat en doordat er meer ruimte en rust in de stal is. De tijdsbesteding per koe is relatief minder geworden door betere automatisering, separeer mogelijkheden, efficiëntere looplijnen en stalinrichting. Ook hier geldt dat deze factoren waarschijnlijk ook in andere moderne stalsystemen zijn te behalen.

### 6.2.4 Verandering in emissies

De ondernemers geven aan dat de stallen zoals het nu lijkt voldoen aan de verwachte ammoniakreductie. Daarnaast geven de metingen aan dat uitstoot van methaan, fijnstof en geur lager zijn dan in traditionele stallen (Mosquera et al., 2012).

In de nieuwe stallen wordt meer energie verbruikt, met name door inzet van de (extra) melkrobots. Ook het energieverbruik per koe is gestegen. Dit wordt mede veroorzaakt door de onderbezetting die drie van de vier ondernemers hebben

### 6.2.5 Voor- en nadelen van het systeem

Hoewel de vrij keuze stal gezien kan worden als een uniek concept waarin het dierwelzijn en met name het kunnen vertonen van diereigen gedrag hoog in het vaandel staat, is het op dit moment nog niet mogelijk een economische meerwaarde te halen uit dit concept. Omdat de stallen gebouwd zijn voordat de Maatlat Duurzame Veehouderij (MDV) van toepassing werd hebben de ondernemers een beperkt belastingvoordeel kunnen genieten bij het realiseren van deze integraal duurzame stal.

---

Desondanks geven de ondernemers aan dat de marketingtechnische mogelijkheden – hoewel dus nog niet voldoende benut - en de bijdrage aan het verbeteren van het imago een belangrijk voordeel van het stalsysteem is. Met het systeem denken de ondernemers draagvlak voor milieu, dierenwelzijn en omgevingsfactoren gevonden te hebben. Een ander gerapporteerd voordeel is dat de mestkelders al zijn ingericht voor toekomstige mestverwerking. Wanneer het financieel aantrekkelijk wordt om mest te gaan verwerken dan kunnen de bedrijven dat relatief goedkoop realiseren.

De ondernemers verschillen van mening over het effect van de dichte vloer op reinheid van de stal en de klauwen in het bijzonder. Een dichte loopvloer vergoot de kans op klauwproblemen. Dat dit nog niet het geval is lijkt te danken aan het gebruik van voetbaden. Eén ondernemer ervaart de vloer als schoner. Twee andere ondernemers geven aan dat de dichte stalvloer voor smerige klauwen zorgt waardoor voor één van hen een noodzaak tot meer preventief klauwonderhoud is, vergeleken met de oude stal. Omdat de vloeren van de stallen dezelfde zijn, zou het verschil veroorzaakt kunnen worden door de kwaliteit van de roostervloeren van de vorige stallen.

### 6.2.6 Financieel

De ondernemers geven aan dat de extra investeringskosten ongeveer € 300.000,- bedragen. Dit is voor alle ondernemers gelijk (de stallen zijn gezamenlijk aanbesteed). Zoals boven vermeld hebben de ondernemers geen gebruik kunnen maken van investeringssubsidies. Bepaalde onderdelen van de stal komen wel in aanmerking voor de MIA en de VAMIL. Op dit moment zou de Vrije Keuzestal hoogstwaarschijnlijk voldoende punten behalen onder de MDV regeling waardoor voor de gehele stal een fiscaal voordeel te behalen valt.

De ondernemers hebben gezamenlijk met elkaar de financiering en de inkoop van het materiaal gerealiseerd. Een ondernemer denkt dat dit systeem economische efficiënter is terwijl een andere ondernemer aangeeft dat het systeem slecht voor de portemonnee is. Volgens deze laatste ondernemer moet de extra ruimte die het systeem biedt wel betaald worden, maar het levert geen meerprijs op. Een mogelijk verklaring voor dit verschil is dat de ondernemer die positief is, de stal maximaal bezet heeft en de minder positieve ondernemer melkt met een onderbezetting. Hoe de financiële ontwikkeling op langere termijn loopt is nog afwachten. De ondernemers verwachten op langere termijn een langere levensduur van de koeien. Als er een langere levensduur kan worden gerealiseerd, dan zal dit een positief effect hebben op het rendement. Ondanks de meerkosten van het systeem heeft geen enkele ondernemer spijt van de keuze voor dit systeem. Het werken met dit stalsysteem levert de ondernemer veel arbeidsplezier op. En de ondernemers verwachten met dit systeem klaar te zijn voor toekomstige ontwikkelingen.

Het systeem levert geen extra afzetzekerheid of meerprijs op. Een ondernemer heeft aangegeven dit wel in de toekomst te verwachten, omdat er steeds meer vraag komt naar zijn manier van produceren. De andere ondernemers betwijfelen of er vraag is vanuit de markt. Een bredere vraag is of melkafnemers verschil kunnen gaan maken tussen verschillende stalsystemen. Op basis van het aantal vrije keuze stallen dat er nu staat is het niet te verwachten dat zuivelverwerkers de melk van deze ondernemers gescheiden zullen kunnen verwerken.

### 6.2.7 Overige factoren

De nieuwe technieken zijn ten opzichte van de technieken in de oude stallen onderhoudsgevoeliger (met name de AMS en mestschuif). De ondernemers verwachten daarom wel meer onderhoud te hebben.

Qua management in de bedrijfsvoering geven de ondernemers aan dat zij nu meer weidegang toepassen dan voorheen. Daarnaast is de monitoring verbeterd door een ander managementprogramma en doordat de AMS meer informatie verzamelt.

## 6.3 Bedrijfstechnisch en financieel resultaat

Aan de hand van de aangeleverde technische en financiële resultaten door de ondernemers is er een berekening gemaakt van het effect van de Vrije Keuzestal op de technische resultaten en op het saldo. Daarnaast wordt er gekeken of de positieve verandering van de technische resultaten, die mede beïnvloed zijn door het stalsysteem, opwegen tegen de meerkosten. Een kanttekening blijft in

hoeverre de veranderingen zijn toe te schrijven aan het stalsysteem en niet aan management en of overige factoren. De uitkomsten geven een indicatie weer van het effect op bedrijfstechnisch en economisch gebied. De uitkomsten geven geen beeld van de winstgevendheid of financiële posities van de ondernemers.

### 6.3.1 Technisch resultaat

Tabel 8 geeft de technische verandering weer van het nieuwe stalsysteem. In verband met de privacy van de ondernemers zijn de ondernemers anoniem weergegeven. Als er gegevens van ondernemers ontbreken, dan zijn deze gegevens niet aangeleverd. Een kanttekening is dat niet alle veranderingen of slechts een gedeelte van de veranderingen in het technische resultaat zijn toe te schrijven aan het stalsysteem.

Tabel 8 Ontwikkeling technisch resultaat voor (2009) en met (2012) Vrije Keuzestal

	Bedrijf			Gemiddelde
	A	B	C	
Melkproductie per koe	872,0	173,0	1134	726
Eiwitgehalte	0,1	0,1	0,17	0,11
Vetgehalte	0,2	0,2	0,33	0,23
Celgetal	-66,0		-195	-131
Krachtvoer per koe (kg)	389,0	-157,0	87	106
Tussenkalftijd			5	
Aantal geboorten per 100 melkkoeien	9,0	-12,0	-1	1
Percentage kalverensterfte	3,0	3,8	-3,0	1,9
Poot gezondheid (% kreupelheden)	-15,0			
<b>Financiële gegevens per 100 kg melk</b>				
Gezondheidszorg	€ -0,50	€ -0,22	€ -0,64	€ -0,45
inseminatiekosten	€ 0,39	€ -0,31	-	€ 0,04
Arbeidskosten	€ -0,01		€ -0,83	
Werk door derden	€ -0,62		€ -1,65	

### 6.3.2 Financieel resultaat

In deze paragraaf wordt het verschil in kosten tot uitdrukking gebracht tussen de Vrije Keuzestal en een traditionele melkveestal. De bedrijfsgegevens uit de enquête worden gekoppeld aan de lange termijn prijzen van KWIN-Veehouderij. De resultaten staan in tabel 9.

De Vrije Keuzestal vergt een extra investering van € 1.100,- per dierplaats (€ 300.000,- voor 280 melkkoeien). Dit is circa 25% extra ten opzichte van een reguliere melkveestal zonder emissiebeperkende maatregel. De vaste jaarkosten (rente, afschrijving, onderhoud) hieraan bedragen € 107,- per koe. De extra investering van de Vrije Keuzestal is vergelijkbaar met de extra investering van een MDV-stal, die € 500 tot € 1.500 per dierplaats bedraagt.

Een systeem dat in vergelijkbare mate de ammoniakemissie reduceert, is de geprofileerde vlakke vloer met hellende gleuven en een vingerschuif. Van dit systeem bedragen de investering en jaarlijkse kosten respectievelijk € 216,- en € 21,- per dierplaats.

Tabel 9 KWIN-normen en investering Vrije Keuzestal en alternatief

Rekennormen	KWIN-Veehouderij 2013-2014	
Prijs per kg melk	(3,26*vetgehalte)+(6,52*eiwitgehalte)-3,65/100	
Vervangingswaarde kalf	€ 115	
Kosten kg voer	€ 0,23	
	Vrije Keuzestal	Geprofileerde vlakke vloer met hellende gleuven
Extra investering per dierplaats	€ 1.100	€ 216
Afschrijving		5%
Rente (over 50% van de investering)		4,5%
Onderhoud		2,5%
Jaarlijkse kosten	€ 107	€ 21

---

Zoals reeds genoemd is het niet reëel de gehele ontwikkeling in technische resultaten toe te schrijven aan de Vrije Keuzestal. Welk deel wel aan de stal valt toe te schrijven, kan hooguit een inschatting gemaakt worden.

Met behulp van expertkennis, waarbij ook de autonome ontwikkeling in productieresultaten in de melkveesector in Nederland is betrokken, is een inschatting gemaakt welk deel toegerekend zou kunnen worden aan het stalsysteem. Dit is als volgt:

- Melkproductie; + 200 kg per koe per jaar
- Eiwitgehalte; + 0,02
- Vetgehalte; + 0,05
- Krachtvoergift; + 100 kg
- Kosten gezondheidszorg; - € 0,25 per 100 kg melk

Door een hogere melkproductie per koe en hogere gehalten vet en eiwit in de melk en lagere gezondheidskosten ontstaat een gunstiger saldo per koe. Op jaarbasis neemt het saldo met € 85,- per melkgoe toe. De netto-kosten van de Vrije Keuzestal bedragen hiermee € 107,- - € 85,- = € 22,- per koe per jaar. De kosten voor de Vrije Keuzestal zijn daarmee vergelijkbaar aan de geprofileerde vlakke vloer met hellende gleuven.

### 6.3.3 Conclusie

De Vrije Keuzestal vergt een extra investering van 20% ten opzichte van een ligboxenstal met een alternatief emissie reducerend systeem. De resultaten op een drietal melkveebedrijven zijn aanzienlijk verbeterd na ingebruikname van de Vrije Keuzestal. In hoeverre de verbetering is toe te schrijven aan de stal of aan het gewijzigde management op de bedrijven, is niet na te gaan. In aanmerking nemend dat er wel een systeemeffect is, is het mogelijk (een deel van) de meerkosten terug te verdienen door een beperkte verbetering van de productieresultaten.



**Figuur 8** *Roostervloer en mestschuif.*

---

## 7 Conclusies

Doel van dit onderzoek was het inventariseren en integreren van technische en bedrijfseconomische resultaten van praktijkbedrijven met nieuwe duurzame stalconcepten, waarbij de technische resultaten zijn geoperationaliseerd als zijnde dierproductie en diergezondheid en de economische resultaten zijn gebaseerd op de bedrijfseconomische resultaten.

Geconcludeerd kan worden dat voor de onderzochte systemen de ondernemers resultaten zien: de dierproductie, diergezondheid en de bedrijfseconomische resultaten geven de indruk dat de stalsystemen deze positief beïnvloeden. Voor de TerraSea stallen valt dit goed te onderbouwen met de gegevens die zijn verstrekt door de ondernemers. Voor de overige systemen is dit alleen te onderbouwen op basis van de indrukken en eerste ervaringen van de ondernemers. In alle gevallen is het zo dat – zoals ook door de ondernemers wordt aangegeven – het één op één relateren van de effecten aan het stalsysteem niet altijd goed mogelijk is. Met name voor de Vrije Keuzestal is het moeilijk om met enige zekerheid te stellen dat dit systeem tot de voordelen heeft geleid die gerapporteerd worden en kan niet worden uitgesloten dat deze voordelen ook behaald kunnen worden met een ander modern type stalsysteem. Daarbij moet worden opgemerkt dat de huisvesting van melkvee de laatste jaren breed aandacht krijgt, waardoor vrijwel alle moderne stallen veel van de kenmerken van de Vrije Keuzestal toepassen. Opvallend is dat alle ondernemers concluderen dat het nieuw gebruikte systeem leidt tot een verbetering in arbeidsomstandigheden. Ook hier valt dit niet altijd één op één te koppelen met het systeem.

Er moet worden opgemerkt dat de integrale aanpak van de onderzochte systemen – en dan met name bij TerraSea en Vrije Keuze stal – een duidelijk onderscheid is ten opzichte van andere stalsystemen waar veel meer een uitruil tussen milieu, dierwelzijn en diergezondheid plaats vindt. De onderzochte systemen kunnen ondernemers daarom waarschijnlijk makkelijker helpen echt stappen te zetten in integraal duurzame productie.

Opvallend is dat geen van de ondernemers een duidelijke link durft te leggen tussen het antibioticagebruik en het gebruikte stalsysteem. Hiervoor wordt verwezen naar het management en, voor de TerraSea stallen, naar de kwaliteit van de aangeleverde kuikens.

Hierna zijn van de vier in het project betrokken stalconcepten de conclusies weergegeven op basis van de ervaringen van de ondernemers en de economische berekeningen.

- Luchtconditionering in combinatie met Warmte Koude Opslag (WKO) in varkensstallen;  
Te concluderen valt dat dit systeem leidt tot een verbetering van het stalklimaat, wat minder luchtwegproblemen geeft. Daarnaast kan met het juiste gebruik van dit systeem hittestress op warme dagen voorkomen worden. Een en ander leidt tot een verbetering van de (re)productie. Op basis van de aangeleverde gegevens is kwantificering niet mogelijk. Op basis van saldoberekeningen blijkt dat ten opzichte van een stal met een wasser gebaseerd op 100% ventilatiecapaciteit, er voor een zeugenbedrijf een voordeel valt te behalen van € 11,- per zeugenplaats. Bij vleesvarkens is er geen berekend economisch voordeel ten opzichte van een 100% luchtcapaciteit wasser. Maar de extra kosten zijn mogelijk terug te verdienen door betere technische resultaten vanwege het stabielere stalklimaat. Daarnaast is er een indicatie dat dit systeem leidt tot minder hokbevuiling.
- TerraSea bij vleeskuikens;  
De conclusie ten aanzien van dit systeem is dat volgens de ondernemers het leidt tot een verbetering van het stalklimaat, wat minder luchtwegproblemen geeft. Het drogere strooisel geeft minder voetzoollaesies. Op basis van dit onderzoek lijkt ook de voederconversie beïnvloed te worden door het systeem. De verschillende ondernemers hebben uiteenlopende ervaringen als het gaat om uitval. Hierover valt te concluderen dat dit in hun ogen veel meer samenhangt met de kwaliteit van de geleverde kuikens dan met het stalsysteem. Wel wordt er bij dit systeem een aandachtspunt genoemd; de starttemperatuur bij opzet van de eendagskuikens. Pluimveehouders moeten leren omgaan met het systeem.

Economische berekeningen op basis van de aangeleverde resultaten laten zien dat ten opzichte van een stal met een luchtwasser er een voordeel te behalen valt. Dit is echter sterk afhankelijk van het



---

bedrijfsmanagement. Ten opzicht van een emissiearm systeem met interne luchtcirculatie is het berekende voordeel van TerraSea € 37,50 per 100 kuikens per jaar op basis van verbeterde technische resultaten.

- V-vormige mestband bij vleeskalveren;

Volgens de ondernemers leidt ook dit systeem tot een verbetering van het stalklimaat en daardoor minder luchtwegproblemen. Daarnaast lijkt de opstart in dit systeem makkelijker dan bij de gangbare stallen. De ondernemers geven aan dat dit te danken is aan de vloerverwarming en het ontbreken van een diepe mestkelder van waaruit koude (tocht) en mestdampen een negatieve invloed op de gezondheid van de jonge kalveren kunnen hebben. De verschillende ondernemers rapporteren een lagere uitval en geven aan een indicatie te hebben voor een verlaging in het antibioticagebruik.

De verwachting was dat het gebruik van een rooster met rubberen toplaag ook zou leiden tot minder bevuiling en bezoedeling. Dit is door de ondernemers echter niet geconstateerd.

Economische berekeningen zijn moeilijk te maken omdat het systeem voor een deel nog in ontwikkeling is. Inschatting van de levensduur van de techniek is nog niet exact te bepalen. Op basis van eerste indicaties van de investeringen, zijn de extra jaarkosten berekend op € 18,- per kalverplaats. Dit is lager dan voor de Groene Vlagvloer (verschil van € 2,-) en lager dan de kosten voor een luchtwasser (verschil van € 15,50). Mogelijk dat een extra deel van de meerkosten nog terugverdiend kan worden door de betere technische resultaten.

- Vrije Keuzestal melkkoeien;

De vrijekeuze stal geeft koeien ruimhartig mogelijkheden tot het uitvoeren van natuurlijk gedrag in de stal. Veel ruimte en een beter ligcomfort zijn hierbij belangrijk en dierenwelzijn en diergezondheid zijn hierbij het uitgangspunt. De ondernemers geven aan dat de systeemkeuzes die dit met zich meebrengt, leidt tot productiestijging. Daarnaast zien zij een betere diergezondheid. Een mogelijk nadeel van dit systeem betreft de klauwgezondheid, die moet goed in de gaten gehouden worden doordat de dichte loopvloer wat meer bevuiling lijkt te geven. De ervaringen tot nu toe zijn echter positief.

Zoals eerder aangegeven is het juist voor dit systeem bijzonder moeilijk om te concluderen dat deze verbeteringen niet zonder dit specifieke systeem gerealiseerd hadden kunnen worden. Bij de Vrije Keuzestal is de vergelijking gemaakt met de resultaten uit de oude huisvesting op het bedrijf. De extra investering voor dit stalsysteem is geschat op 20% ten opzichte van een ligboxenstal met een alternatief emissie reducerend systeem. De meerkosten lijken zich terug te verdienen.

Voor de systemen die gebruik maken van conditionering van lucht in combinatie met WKO valt daarnaast nog te concluderen dat hoewel dit technisch onomstreden is, de voordelen van dit systeem wel afhangen van hoe het gebruikt wordt. Er moet geleerd worden hoe met het systeem om te gaan.

---

# Literatuur

- Aarnink, A.J.A., J.W.H. Huis in 't Veld, J.M.G. Hol, en I. Vermeij. 2007. Kempfarm vleesvarkensstal: milieu-emissies en investeringskosten = Kempfarm housing system for growing-finishing pigs : environmental emissions and investment costs. Animal Sciences Group, Lelystad, Rapport 67.
- Infomil, 2013. <http://www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw-tuinbouw/ammoniak-en/actieplan-ammoniak/stoppersmaatregelen/tabel-maatregelen/>
- Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2013-2014. Handboek 25, Wageningen UR Livestock Research.
- Melse, R.W., T.G. van Hattum, J.W.H. Huis in't Veld en F.A. Gerrits. 2012. Metingen aan twee luchtwassystemen in een vleeskuikenstal met conditionering van ingaande ventilatielucht. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad, Rapport 503.
- Mosquera, J., J.M.G. Hol, J.W.H. Huis in 't Veld, J.P.M. Ploegaert en N.W.M. Ogink. 2012. Emissies uit een ligboxenstal voor melkvee met het "vrije keuze" systeem. Meetprogramma Integraal Duurzame Stallen. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad, Rapporten 614 - 617.

---

# Bijlage 1 Vragenlijst, checklist bij vragenlijst en invultabellen

**Deze vragenlijst bestaat uit open vragen met doorvraagsuggesties. Deze doorvraagsuggesties verschillen per sector. Hier zijn alle opties opgenomen.**

## Algemeen

Naam/Adres/Aantal dieren / Aantal hectares in eigendom/gebruik/

Type stal (met onderverdeling waar relevant (zeugen/vleesvarkens/biggen, melkvee/jongvee)

Nieuwe stalsysteem met RAV code?

Kunt hu het stalsysteem kort beschrijven?

Hoeveel jaren heeft u de stallen in bedrijf?

Hoeveel jaren heeft u het nieuwe stalsysteem in bedrijf?

Wie verzorgt de veestapel?

## Nieuw stalsysteem

1. Wat is de reden van u voor de keuze van het stalsysteem?
  - Productie verhoging:
    - Af te leveren vleesvarkens/biggen/vleeskuikens/kalveren
    - Groei per dag
    - Worpindex
  - Diergezondheid
    - Stalklimaat
    - Huisvesting
    - Meer diercomfort
    - Antibioticagebruik
    - Dierenwelzijn
    - Terugdringen gewricht/klauwgebreken
    - Betere loopvloer
  - Arbeidsgemak:
    - Manier van voeren
    - Efficiëntere inrichting
    - Mechanisatie
  - Markt
  - Overig
    - Huidige stal was aan vervanging toe ( ook fiscale voordelen )
    - Energiegebruik verminderd
    - Emissies verminderd
    - Mest efficiënter gebruikt
    - Omgevingsfactoren:
      - Maatschappelijk verantwoord ondernemen
      - Goodwill kweken bij de omgeving om eventuele weerstand tegen de uitbreiding of bouw te voorkomen
  
2. Zijn er, nadat het stalsysteem is gebruikt, veranderingen opgetreden in de volgende onderwerpen.
  - a. Zo ja, hoeveel en hoe is het merkbaar?
  - b. In hoeverre is dit anders dan verwacht?

*De ondernemer is gevraagd dit aan te geven in de onderstaande tabel bijlage TX (varkens)<sup>5</sup>, tabel bijlage TX2 (vleeskuikens), tabel bijlage TX 3 (kalveren) TX 4 (melkvee) met plussen en minnen, en is gevraagd toelichting te geven.*

---

<sup>5</sup> Vanwege de grote mate van overlap van de tabellen is alleen de tabel voor de varkenssector opgenomen.

- 
3. Is het ook mogelijk dat enkele gegevens worden aangevuld door exacte gegevens (cijfers)?
  4. Bent u anders gaan werken in de nieuwe stal in vergelijking tot de situatie voor het invoeren van het nieuwe stalsysteem?
    - a. Hoe dan, welke gevolgen ziet u?
    - b. Wordt er daardoor ook anders gewerkt in andere stallen?

De ondernemer is hier gevraagd onderstaande tabel bijlage TX+1 in te vullen

5. Zijn er nog andere voor en nadelen van de nieuwe stal die nog niet genoemd zijn?

### **Financiën**

6. Wat zijn de meerkosten per vierkante meter/ per dierplaats ten opzichte van gangbaar?
7. Heeft u uw stal moeten financieren? Op welke wijze is dit gegaan?
  - Door de bank
  - Door middel van verkoop onroerend goed
  - Door middel van verkoop melkquotum
  - Door andere partijen zoals familie
8. Indien de financiering door een bank is uitgevoerd, wat was de reden voor de bank om extra kapitaal beschikbaar te stellen?
  - Het bedrijf beschikt over ruime onderpand (grondbezit)
  - De bank ziet zelf veel toekomstperspectief in het concept
  - Het bedrijf heeft een positief verleden en geniet daarom veel vertrouwen van de bank
  - Het huidige bedrijf draait technisch en financieel goed.
9. Was er een mogelijkheid om van regelingen, die financiële/fiscale voordelen gaven, gebruiken te maken?
  - De MIA regeling
  - De Vamil regeling
  - De EIA regeling
  - Europese subsidie, zoals IDSH of SINNO of andere subsidies
  - Overeenkomst met afnemers?
  - GLB (landbouwbeleid) in de toekomst

### **Afsluiting**

10. In hoeverre waren overheidsregelingen/eisen een drijfveer voor u in de keuze voor dit stalsysteem of onderdelen van deze stal?
  - a. Als deze regelingen / eisen er niet waren geweest wat zou u anders hebben gedaan?
11. Heeft u nog ideeën voor verbeterpunten van dit stalsysteem?
12. Hoe gaat uw volgende stalsysteem eruit zien?

Tabel Bijlage TX

Onderwerp/ Parameter	Verandering door nieuwe stalsysteem					hoe merkbaar	Anders dan verwacht (hoeveel en hoe )					Reden
	--	-	0	+	++		--	-	0	+	++	
Dierproductie												
- Groei per dag												
Af te leveren biggen												
Af te leveren vleesvarkens												
- Worpindex												
- Voerverbruik												
-Voederconversie												
Gezondheid												
- Dierdag dosering antibiotica												
- incidentie van dierziektes												
- Andere gezondheidsproblemen												
- Uitval (biggen)												
- Levensduur zeugen												
Arbeid												
- Tijdsbesteding (aantal uren arbeid)												
- Flexibiliteit van arbeidsinzet, arbeidstijdstip												
- Arbeidsomstandigheden												
Markt												
- Afzetzekerheid												
- Opbrengstprijs												
- Andere inkomsten (bv energie, nevenvoordelen)												
Financieel resultaat												
- Beheer en onderhoud												
- Omzet												
- Winst												
Overig												
- Energie												
- Emissie												
- Water												
- Mest												
- Onderhoud op termijn												

---

## Bijlage 2 Samenstelling projectteam, stuurgroep en deelnemers expertbijeenkomst

### **Samenstelling projectteam**

Sjoerd Bokma	Wageningen UR Livestock Research
Hilko Ellen	Wageningen UR Livestock Research (projectleider)
Petra van den Hengel	Projecten LTO Noord
Joan Jansen	Flynth accountants en adviseurs
Jeroen Olijslager	Flynth (student)
Arnoud Smit	Projecten LTO Noord
Izak Vermeij	Wageningen UR Livestock Research

### **Leden stuurgroep**

Jan van Bergen	Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Menno Douma	LTO-Noord
Ton van Korven	ZLTO
Tineke Martens	Ministerie van Economische Zaken
Alex Spieker	LTO/NOP
Johan Goetstouwers	LTO
René Wismeijer	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (voorheen Agentschap NI)

### **Deelnemers expertbijeenkomst**

André Aarnink	Wageningen UR Livestock Research
Michel de Haan	Wageningen UR Livestock Research
Jan van Harn	Wageningen UR Livestock Research
Dolf Smits	Dolf Smits Advies

---

Wageningen UR Livestock Research  
Postbus 65  
8200 AB Lelystad  
T 0320 23 82 38  
info.livestockresearch@wur.nl  
www.wageningenUR.nl/livestockresearch

Livestock Research Report 736

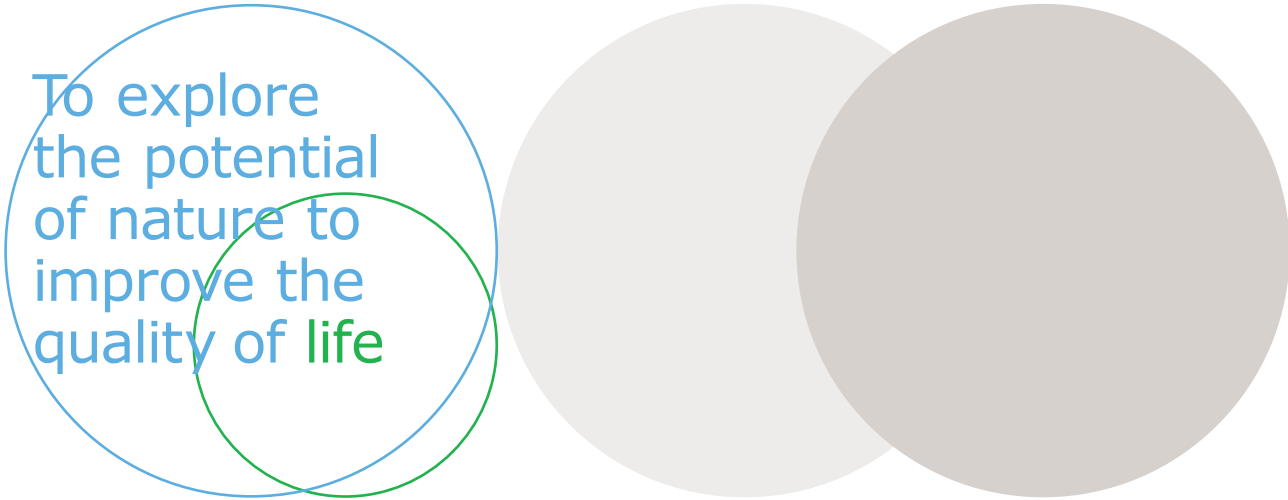


---

Wageningen UR Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

---



To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life

---

Wageningen UR Livestock Research  
Postbus 65  
8200 AB Lelystad  
T 0320 23 82 38  
E [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl)  
[www.wageningenUR.nl/livestockresearch](http://www.wageningenUR.nl/livestockresearch)

Livestock Research Report 736



---

Wageningen UR Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

---